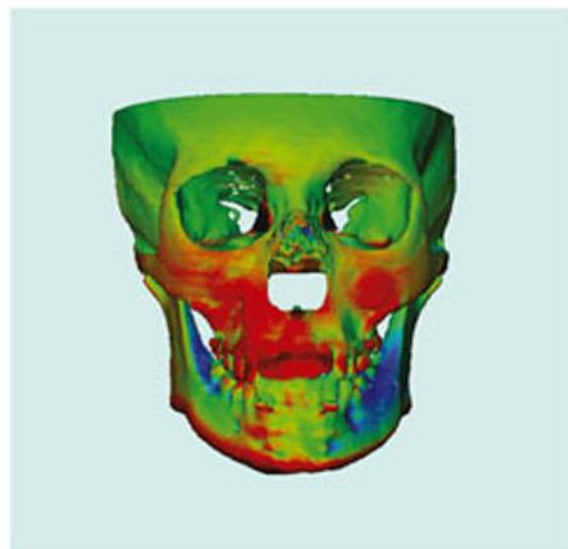
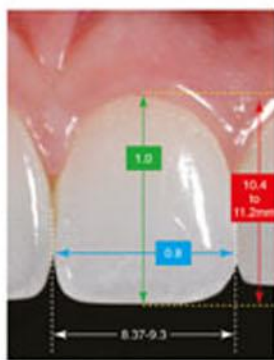


ORTODONCIA CONTEMPORÁNEA

WILLIAM R. PROFFIT • HENRY W. FIELDS • DAVID M. SARVER



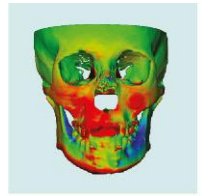
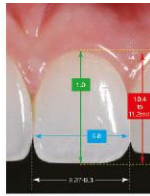
ELSEVIER

CONTENIDO
en
línea
ADICIONAL

ORTODONCIA CONTEMPORÁNEA

Página deliberadamente en blanco

ORTODONCIA CONTEMPORÁNEA



QUINTA EDICIÓN

WILLIAM R. PROFFIT, DDS, PhD

Kenan Distinguished Professor
Department of Orthodontics and Chairman Emeritus
School of Dentistry
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

HENRY W. FIELDS, DDS, MS, MSD

Professor and Head
Section of Orthodontics
College of Dentistry
The Ohio State University;
Chief, Section of Orthodontics
Department of Dentistry
Columbus Children's Hospital
Columbus, Ohio

DAVID M. SARVER, DMD, MS

Private Practice of Orthodontics
Birmingham, Alabama;
Adjunct Professor
Department of Orthodontics
School of Dentistry
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

JAMES L. ACKERMAN, DDS

Formerly Professor and Chairman
Department of Orthodontics
University of Pennsylvania
Philadelphia, Pennsylvania



ELSEVIER

Ámsterdam Barcelona Beijing Boston Filadelfia Londres Madrid
México Milán Múnich Orlando París Roma Sídney Tokio Toronto



ELSEVIER

Edición en español de la quinta edición de la obra original en inglés
Contemporary Orthodontics

Copyright © 2013 by Mosby, an imprint of Elsevier Inc.

Revisión científica

Ana Isabel Tello Rodríguez

Licenciada en Odontología

Universidad Complutense de Madrid

Práctica privada

© 2014 Elsevier España, S.L.

Travessera de Gràcia, 17-21. 08021 Barcelona, España

Fotocopiar es un delito (Art. 270 C.P.)

Para que existan libros es necesario el trabajo de un importante colectivo (autores, traductores, dibujantes, correctores, impresores, editores...). El principal beneficiario de ese esfuerzo es el lector que aprovecha su contenido.

Quien fotocopia un libro, en las circunstancias previstas por la ley, delinque y contribuye a la «no» existencia de nuevas ediciones. Además, a corto plazo, encarece el precio de las ya existentes.

Este libro está legalmente protegido por los derechos de propiedad intelectual. Cualquier uso fuera de los límites establecidos por la legislación vigente, sin el consentimiento del editor, es ilegal. Esto se aplica en particular a la reproducción, fotocopia, traducción, grabación o cualquier otro sistema de recuperación y almacenaje de información.

ISBN edición original: 978-0-323-08317-1

ISBN (versión impresa): 978-84-9022-314-7

ISBN (versión electrónica): 978-84-9022-391-8

Depósito legal: B. 18.770 - 2013

Servicios editoriales: **GEA CONSULTORÍA EDITORIAL, S.L.**

Advertencia

La medicina es un área en constante evolución. Aunque deben seguirse unas precauciones de seguridad estándar, a medida que aumenten nuestros conocimientos gracias a la investigación básica y clínica habrá que introducir cambios en los tratamientos y en los fármacos. En consecuencia, se recomienda a los lectores que analicen los últimos datos aportados por los fabricantes sobre cada fármaco para comprobar las dosis recomendadas, la vía y duración de la administración y las contraindicaciones. Es responsabilidad ineludible del médico determinar las dosis y el tratamiento más indicados para cada paciente, en función de su experiencia y del conocimiento de cada caso concreto. Ni los editores ni los directores asumen responsabilidad alguna por los daños que pudieran generarse a personas o propiedades como consecuencia del contenido de esta obra.

El editor

*Dedicamos esta edición a nuestras esposas,
Sara, Anne y Valerie, respectivamente,
que se hartaron de vernos el cogote mientras
nosotros no apartábamos la vista de la
pantalla del ordenador durante la preparación
de esta edición.*

Página deliberadamente en blanco

PREFACIO

Hemos revisado exhaustivamente esta edición de Ortodoncia contemporánea para intentar mantener el objetivo original del libro: ofrecer una visión general y actualizada de la ortodoncia que resulte accesible para los estudiantes, útil para los recién graduados y una referencia valiosa para los profesionales. En cada una de las secciones de este libro incluimos en primer lugar la información preliminar elemental que puede necesitar todo odontólogo, y después aportamos información más detallada para los especialistas en ortodoncia. Entre los aspectos novedosos de esta edición cabe destacar una mayor cobertura de las aplicaciones de los estudios tridimensionales, especialmente de la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), pero sin limitarnos a ella; gran cantidad de material nuevo sobre el uso del anclaje esquelético, en forma de miniplacas fijadas al hueso basal, y de tornillos óseos alveolares; y un análisis más amplio de los cambios que han experimentado los aparatos ortodóncicos, así como una evaluación de los reclamos publicitarios utilizados al respecto. Es evidente que cada vez se utilizarán más el diseño y la fabricación asistidos por ordenador, tanto para planificar el tratamiento como para fabricar los aparatos. Esto significa que a los profesionales no les queda más remedio que comprender exactamente cómo se fabrica cada uno de esos aparatos a medida, y tener en cuenta tanto las ventajas como los posibles inconvenientes de dichos aparatos en la práctica clínica.

Como en otras ediciones, hemos elegido las referencias a la literatura para incluir algunos trabajos clásicos escogidos, aunque en su mayor parte proceden de publicaciones recientes que aportan información actual y en las que se citan trabajos previos. Lo que pretendemos es abrir la vía a una evaluación más detallada de la materia sin tener que incluir en el texto cientos de referencias antiguas. Conforme aumenta el interés por el tratamiento basado en la evidencia, las revisiones sistemáticas y los metaanálisis nos están permitiendo reunir información de múltiples estudios, y nosotros hemos incorporado los resultados de una serie de revisiones de este tipo realizadas en condiciones correctas. Desgraciadamente, debemos centrarnos en el trabajo bien hecho, puesto que en este ámbito se observa una curva de aprendizaje muy clara: no todas estas revisiones tienen, ni mucho menos, un enfoque y un desarrollo que permitan extraer datos de utilidad clínica. La Cochrane Collaboration (www.cochrane.org/cochrane-reviews) es un repositorio de revisiones de este tipo que cada vez nos resultará más útil, pero sus evaluaciones sobre temas ortodóncicos hasta la fecha indican en gran medida la necesidad de obtener mejores datos. Aunque esto sea cierto, mientras tanto los profesionales necesitan algún tipo de asesoramiento. Esto es lo que hemos intentado proporcionar en algunos temas controvertidos, reconociendo hasta qué punto podemos estar seguros (o no deberíamos estar tan seguros) acerca de la exactitud de las ideas actuales.

Esta edición del libro se acompaña de tres tipos de material didáctico de apoyo: 1) módulos de autoaprendizaje online (en inglés) dirigidos fundamentalmente a estudiantes de posgrado; 2) seminarios clínicos online (en inglés) sobre diferentes temas para recién graduados, y 3) acceso a la página web www.contemporaryorthodontics.com, que iremos actualizando regularmente (en inglés).

Todos los módulos de aprendizaje han sido revisados y actualizados recientemente y están a disposición de las escuelas de odontología en www.orthodonticinstruction.com. Esta forma de presentación tiene dos ventajas importantes: 1) no se necesita ninguna cita especial con el personal informático de la universidad a distancia, como cuando había que instalar un DVD en redes internas. Actualmente, una vez se les concede el acceso a la página web (en inglés), los estudiantes pueden usar los módulos de aprendizaje desde cualquier lugar con conexión a internet, y 2) las actualizaciones y las correcciones de errores se realizan en la misma página web y llegan inmediatamente a todos los usuarios. En la página web se puede obtener una visión preliminar de este material didáctico. Se presenta en forma de paquetes por cursos (cuatro cursos diferentes para los cuatro niveles de instrucción) que incluyen un plan de estudios con tareas de lectura/revisión, exámenes de unidades y cursos, y resúmenes de seminarios de grupos reducidos que forman una parte integral del método de aprendizaje. También se puede negociar el acceso a determinados componentes de los cursos. Para más información se puede contactar con el Dr. Proffit, en el Departamento de Ortodoncia de la Escuela de Odontología de la Universidad de Carolina del Norte.

Para desarrollar y evaluar el método didáctico en el que se basa el uso de seminarios grabados hemos contado con el apoyo de la American Association of Orthodontics (AAO) a través de la AAO Foundation. Este método de instrucción «mixta» aprovecha la preparación de seminarios por parte de un grupo de posgraduados para que sus compañeros de otras escuelas puedan verlos y puedan participar en el posterior debate. El acceso a los seminarios grabados y al material de preparación para los mismos se realiza a través de la página web www.aaorthodseminars.org. Esto permite acceder a la educación a distancia siempre que la escuela local desee utilizarla y permita el debate posterior, eliminando de ese modo los problemas que plantea la organización de una mesa redonda entre el personal docente de una institución y los recién graduados de otra. Es posible realizar los preparativos especiales para un debate en vivo a distancia con el director del seminario grabado, si así se desea. Para obtener más información sobre el uso del material suministrado por la AAO para posgraduados especializados en Ortodoncia o para la enseñanza continuada de profesionales en sus consultorios, se puede contactar con el Dr. Fields, en la División de Ortodoncia de la Escuela de Estomatología de la Universidad Estatal de Ohio.

Página deliberadamente en blanco

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Ramona Hutton-Howe por su excelente trabajo, como siempre, con las fotografías y radiografías nuevas para esta edición, a Warren McCollum por sus ilustraciones igualmente excelentes, y a Faith Patterson por haber seguido encargándose de la organización en nuestra representación, incluso después de haber abandonado Chapel Hill. También deseamos agradecer especialmente al cuerpo docente y a los recién graduados de la UNC, que nos han ayudado de muy diferentes formas: los doctores Dan Grauer, Matt Larson, Tung Nguyen y Lucia Cevidanes.

También queremos dar las gracias (y así lo mencionamos en los pies de las figuras) a aquellos profesionales que nos han

proporcionado ilustraciones clínicas, especialmente a los doctores William Gierie, Nicole Scheffler y Dirk Wiechmann, por los informes de sus casos. Diferentes colegas han realizado una revisión crítica de determinadas secciones del manuscrito, y agradecemos enormemente sus esfuerzos para ayudarnos a conseguir un resultado lo más satisfactorio posible.

William R. Proffit
Henry W. Fields
David M. Sarver

Página deliberadamente en blanco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SECCIÓN I EL PROBLEMA ORTODÓNCICO

CAPÍTULO 1 Maloclusión y deformidad dentofacial en la sociedad actual, 2

William R. Proffit

- Objetivos cambiantes del tratamiento ortodóncico, 2
- Problemas ortodóncicos habituales:
 - epidemiología de la maloclusión, 5
- ¿Por qué es tan frecuente la maloclusión? 8
- ¿Quién necesita tratamiento? 11
- Tipo de tratamiento: elección basada en pruebas, 12
- Demanda de tratamiento, 14

SECCIÓN II DESARROLLO DE LOS PROBLEMAS ORTODÓNCICOS

CAPÍTULO 2 Conceptos de crecimiento y desarrollo, 20

William R. Proffit

- Crecimiento: patrones, variabilidad y cronología, 21
- Métodos para estudiar el crecimiento físico, 26
- Naturaleza del crecimiento esquelético, 33
- Zonas y tipos de crecimiento del complejo craneofacial, 36
- Teorías de control del crecimiento, 40
- Desarrollo social y conductual, 50

CAPÍTULO 3 Fases iniciales del desarrollo, 66

William R. Proffit

- Desarrollo fetal tardío y nacimiento, 66
- Lactancia y primera parte de la infancia: los años de la dentición primaria, 67
- Segunda parte de la infancia: los años de la dentición mixta, 73

CAPÍTULO 4 Fases posteriores del desarrollo, 92

William R. Proffit

- Adolescencia: los primeros años de la dentición permanente, 92
- Patrones de crecimiento del complejo dentofacial, 96
- Cambios de maduración y envejecimiento, 104

CAPÍTULO 5 Etiología de los problemas ortodóncicos, 114

William R. Proffit

- Causas específicas de maloclusión, 114
- Influencias genéticas, 130
- Influencias ambientales, 133
- Perspectiva etiológica actual, 145

SECCIÓN III DIAGNÓSTICO Y PLAN DE TRATAMIENTO

CAPÍTULO 6 Diagnóstico ortodóncico: planteamiento orientado al problema, 150

William R. Proffit, David M. Sarver, James L. Ackerman

- Cuestionario/entrevista, 151
- Valoración clínica, 156
- Análisis de los registros diagnósticos, 181
- Clasificación ortodóncica, 203
- Establecimiento de un listado de problemas, 214

CAPÍTULO 7 Plan de tratamiento ortodóncico: de la lista de problemas a la propuesta de un plan específico, 220

William R. Proffit, Henry W. Fields, David M. Sarver

- Conceptos y objetivos del plan de tratamiento, 220
- Aspectos fundamentales del plan de tratamiento, 221
- Posibilidades de tratamiento, 221
- Plan de tratamiento para conseguir el mejor resultado estético, 240
- Plan de tratamiento ortodóncico global, 250
- Plan de tratamiento en circunstancias especiales, 266

SECCIÓN IV

BIOMECÁNICA, MECÁNICA Y APARATOS ORTODÓNCICOS ACTUALES

CAPÍTULO 8

Bases biológicas del tratamiento ortodóncico, 278

William R. Proffit

- Respuesta periodontal y ósea a la función normal, 278
- Respuesta del ligamento periodontal y el hueso a las fuerzas mantenidas, 281
- El anclaje y su control, 296
- Efectos perjudiciales de las fuerzas ortodóncicas, 299
- Efectos esqueléticos de las fuerzas ortodóncicas: modificación del crecimiento, 304

CAPÍTULO 9

Principios mecánicos en el control de las fuerzas ortodóncicas, 312

William R. Proffit

- Materiales elásticos y producción de fuerzas ortodóncicas, 312
- Factores en el diseño de aparatos ortodóncicos, 324
- Aspectos mecánicos del control del anclaje, 328
- Sistemas de fuerzas determinados e indeterminados, 335

CAPÍTULO 10

Aparatos ortodóncicos actuales, 347

William R. Proffit, David M. Sarver

- Aparatos de quita y pon, 347
- Aparatos fijos, 357

SECCIÓN V

TRATAMIENTO EN NIÑOS PREADOLESCENTES: ¿QUÉ HA CAMBIADO?

CAPÍTULO 11

Tratamiento de problemas no esqueléticos moderados en niños preadolescentes: tratamiento preventivo y de interceptación en odontología familiar, 395

Henry W. Fields, William R. Proffit

- Triage ortodóncico: distinción entre problemas de tratamiento moderados y complejos, 395
- Tratamiento de los problemas de relaciones oclusales, 403
- Tratamiento de los problemas de erupción, 417
- Abordaje de los problemas de espacio, 427
- Tratamiento de los problemas de espacio, 429

CAPÍTULO 12

Problemas no esqueléticos complejos en niños preadolescentes: tratamiento preventivo y de interceptación, 446

Henry W. Fields

- Problemas de erupción, 446
- Desplazamiento traumático de los dientes, 448
- Problemas de espacio, 450
- Apiñamiento localizado moderado y grave, 458
- Apiñamiento generalizado moderado y grave, 459

CAPÍTULO 13

Tratamiento de los problemas esqueléticos en niños y preadolescentes, 472

Henry W. Fields, William R. Proffit

- Principios en la programación de la modificación del crecimiento, 474
- Tratamiento de la constricción transversal del maxilar superior, 476
- Tratamiento de los problemas de clase III, 480
- Tratamiento de los problemas de clase II, 490
- Problemas verticales y anteroposteriores combinados, 514
- Asimetría facial en niños, 523

SECCIÓN VI

TRATAMIENTO ORTODÓNCICO GENERAL DURANTE LA DENTICIÓN PERMANENTE PRECOZ

CAPÍTULO 14

Primera fase del tratamiento general: alineación y nivelación, 530

William R. Proffit

- Objetivos de la primera fase del tratamiento, 530
- Alineación, 531
- Corrección de la mordida cruzada, 536
- Dientes impactados
 - o sin erupcionar, 540
- Cierre de diastemas, 545
- Nivelación, 545

CAPÍTULO 15

Segunda fase del tratamiento general: corrección de las relaciones entre los molares y cierre de espacios, 556

William R. Proffit

- Corrección de las relaciones entre los molares, 556
- Apiñamiento/protrusión de clase I: cierre de espacios de extracción, 570

CAPÍTULO 16**Tercera fase del tratamiento general: acabado, 582***William R. Proffit*

- Ajuste de las posiciones dentales individuales, 583
- Corrección de las relaciones verticales de los incisivos, 589
- «Asentamiento» final de los dientes, 591
- Posicionadores para el acabado, 594
- Métodos especiales de acabado para evitar recidivas, 595
- Técnicas microestéticas para el acabado, 597

CAPÍTULO 17**Retención, 606***William R. Proffit*

- ¿Por qué es necesaria la retención? 606
- Aparatos de quita y pon a modo de retenedores, 612
- Retenedores fijos, 615
- Retenedores activos, 616

SECCIÓN VII**TRATAMIENTO DE LOS ADULTOS****CAPÍTULO 18****Consideraciones especiales en el tratamiento de los adultos, 623***William R. Proffit, David M. Sarver*

- Tratamiento complementario frente a tratamiento completo, 624
- Objetivos del tratamiento complementario, 624
- Principios del tratamiento complementario, 624
- Procedimientos del tratamiento complementario, 627
- Tratamiento completo en adultos, 637
- Aspectos especiales del tratamiento con aparatos ortodóncicos, 661

CAPÍTULO 19**Tratamiento quirúrgico y ortodóncico combinado, 685***William R. Proffit, David M. Sarver*

- Indicaciones para la cirugía ortognática, 685
- Desarrollo de la cirugía ortognática, 685
- El paciente límite: camuflaje frente a cirugía, 690
- Técnicas quirúrgicas contemporáneas, 695
- Consideraciones especiales en el plan de tratamiento quirúrgico, 709
- Tratamiento quirúrgico-ortodóncico combinado: ¿quién hace qué? ¿cuándo? 715

ÍNDICE ALFABÉTICO, 725

Página deliberadamente en blanco

S E C C I Ó N

I

EL PROBLEMA ORTODÓNCICO

CAPÍTULO

1

MALOCCLUSIÓN Y DEFORMIDAD DENTOFACIAL EN LA SOCIEDAD ACTUAL

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

OBJETIVOS CAMBIANTES DEL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

Objetivos del tratamiento contemporáneo: el paradigma de los tejidos blandos

PROBLEMAS ORTODÓNCICOS HABITUALES: EPIDEMIOLOGÍA DE LA MALOCCLUSIÓN

¿POR QUÉ ES TAN FRECUENTE LA MALOCCLUSIÓN? ¿QUIÉN NECESITA TRATAMIENTO?

Problemas psicosociales

Función oral

Relaciones con las lesiones y los trastornos dentales

TIPO DE TRATAMIENTO: ELECCIÓN BASADA EN PRUEBAS

Ensayos clínicos aleatorizados: las mejores pruebas

Estudios retrospectivos: necesidad de un grupo de control

DEMANDA DE TRATAMIENTO

Estimaciones epidemiológicas de las necesidades de tratamiento ortodóncico

¿Quién demanda el tratamiento?

OBJETIVOS CAMBIANTES DEL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

Los dientes apiñados, irregulares y protruyentes han supuesto un problema para muchos individuos desde tiempos inmemoriales, y los intentos para corregir esta alteración se remontan como mínimo 1.000 años a. C. Se han hallado en excavaciones griegas y etruscas aparatos ortodóncicos primitivos (sorprendentemente bien diseñados).¹ Con el desarrollo de la odontología en los siglos XVIII y XIX, varios autores describieron diferentes dispositivos

para «arreglar» los dientes, que parece ser fueron utilizados esporádicamente por los dentistas de aquella época.

A partir de 1850 aparecieron los primeros tratados que hablaban sistemáticamente de ortodoncia; el más notable fue *Oral Deformities*, de Norman Kingsley.² Kingsley, que tuvo una enorme influencia en la odontología estadounidense durante la segunda mitad del siglo XIX, fue uno de los primeros que utilizaron la fuerza extraoral para corregir la protrusión dental. También fue un pionero en el tratamiento del paladar hendido y de algunos problemas relacionados.

A pesar de las contribuciones de Kingsley y sus coetáneos, su principal interés en la ortodoncia se centró en la alineación dental y en corregir las proporciones faciales. Prestaron muy poca atención a la oclusión dental y dado que las extracciones dentales eran una práctica habitual para tratar muchos problemas odontológicos, era habitual recurrir a las mismas para solucionar el apiñamiento o la alineación defectuosa. En una época en la que era poco frecuente encontrar una dentadura intacta, no se dio mucha importancia a los detalles de las relaciones oclusales.

Para poder realizar un buen tratamiento protésico dental era necesario desarrollar el concepto de oclusión y así se hizo a finales del siglo XIX. Al desarrollarse y perfeccionarse los conceptos de la oclusión protésica, era lógico que esto se aplicase también a la dentición natural. Hay que atribuir a Edward H. Angle (fig. 1-1), cuya influencia empezó a notarse hacia 1890, una gran parte del mérito en el desarrollo del concepto de la oclusión en la dentición natural. Angle se interesó inicialmente por la prostodoncia, y dio clases en los departamentos correspondientes de las escuelas de odontología de Pennsylvania y Minnesota en la década de 1880 a 1890. Su creciente interés por la oclusión dental y por el tratamiento necesario para conseguir una oclusión normal le llevó directamente al desarrollo de la ortodoncia como una especialidad aparte, por lo que se convirtió en el «padre de la ortodoncia moderna».

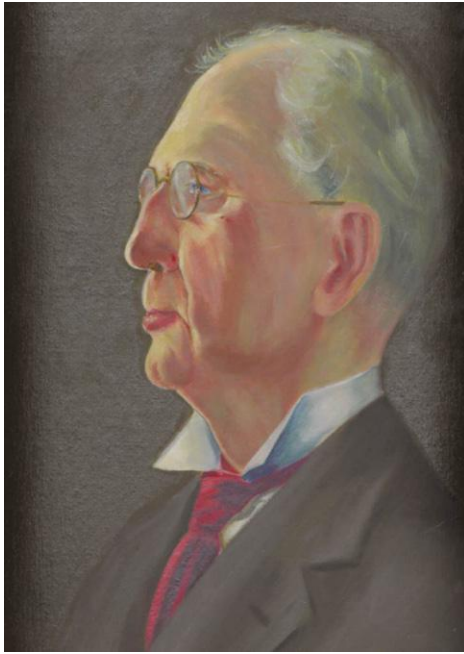


FIGURA 1-1 Edward H. Angle a los 50 años, aproximadamente, como propietario de la Angle School of Orthodontia. Tras establecerse como el primer especialista dental, entre 1905 y 1928, Angle trabajó en escuelas de ortodoncia de San Luis, New London, Connecticut y Pasadena (California), en las que estudiaron muchos de los pioneros de la ortodoncia estadounidense.

La clasificación de Angle de las maloclusiones en la década de 1890 supuso un paso muy importante en el desarrollo de la ortodoncia, ya que no solo subclasificó los principales tipos de maloclusión, sino que acuñó además la primera definición clara y sencilla de la oclusión normal en la dentición natural. Angle postulaba que los primeros molares superiores eran fundamentales en la oclusión y que los molares superiores e inferiores deberían relacionarse de forma que la cúspide mesiobucal del molar superior ocluya con el surco bucal del molar inferior. Si los dientes estuviesen dispuestos en una línea de oclusión uniformemente curvada (fig. 1-2) y existiese esta relación entre los molares (fig. 1-3), se produciría una oclusión normal.³ Esta afirmación, que 100 años de experiencia han ratificado, excepto cuando existen aberraciones en el tamaño de los dientes, simplifica brillantemente el concepto de oclusión normal.

Posteriormente, Angle describió tres tipos de maloclusión, basándose en las relaciones oclusales de los primeros molares:

Clase I: relaciones normales entre los molares, si bien la línea de oclusión es incorrecta por malposición dental, rotaciones u otras causas.

Clase II: molar inferior situado distalmente en relación con el superior, línea de oclusión sin especificar.

Clase III: molar inferior situado mesialmente en relación con el molar superior, línea de oclusión sin especificar.

Obsérvese que la clasificación de Angle incluye cuatro categorías: oclusión normal, maloclusión de clase I, maloclusión de clase II y maloclusión de clase III (v. fig. 1-3). La oclusión normal y la maloclusión de clase I comparten la misma relación intermolar, pero difieren en la disposición de los dientes en relación con la

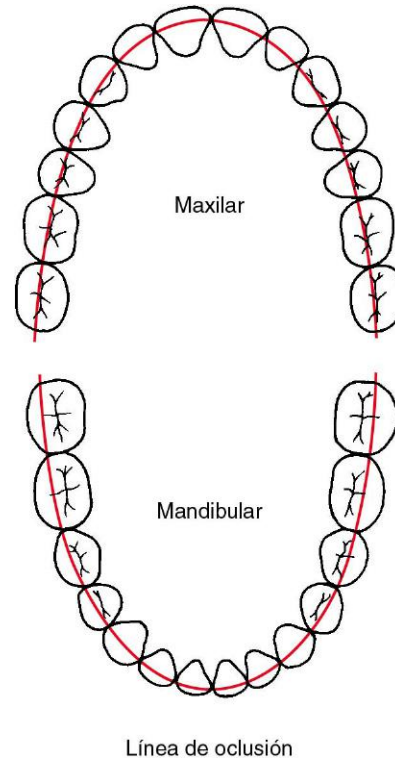


FIGURA 1-2 La línea de oclusión es una curva suave (catenaria) que pasa por la fosa central de cada uno de los molares superiores y a través del cúngulo de los caninos e incisivos superiores. La misma línea discurre por las cúspides bucales y los bordes incisales de los dientes inferiores, determinando las relaciones oclusales y entre los arcos dentales una vez establecida la posición de los molares.

línea de oclusión. En las clases II y III la línea de oclusión puede ser correcta o incorrecta.

Una vez definidos a principios del siglo xx el concepto de oclusión normal y un sistema de clasificación que incluía la línea de oclusión, la ortodoncia dejó de basarse únicamente en la alineación de los dientes irregulares. En lugar de ello, evolucionó al tratamiento de la maloclusión, definida esta como cualquier desviación con respecto al esquema oclusal ideal descrito por Angle. Dado que para que existieran unas relaciones exactas era necesario que estuviesen completos ambos arcos dentales, el mantenimiento de una dentición intacta se convirtió en un importante objetivo del tratamiento ortodóncico. Angle y sus seguidores se oponían activamente a las extracciones por motivos ortodóncicos. Sin embargo, a raíz del interés prestado a la oclusión dental, se empezó a dedicar menor atención a las proporciones y la estética faciales. Angle abandonó la fuerza extraoral porque comprobó que no era necesaria para conseguir una relaciones oclusales adecuadas. Resolvió el problema del aspecto dental y estético al proponer simplemente que los mejores resultados estéticos se conseguían siempre cuando el paciente alcanzaba una oclusión ideal.

Con el paso del tiempo se vio claramente que incluso una oclusión excelente no resultaba satisfactoria si se obtenía a expensas de unas proporciones faciales correctas. No solo se planteaban problemas estéticos; a menudo resultaba imposible mantener una relación oclusal lograda con el empleo prolongado de elásticos

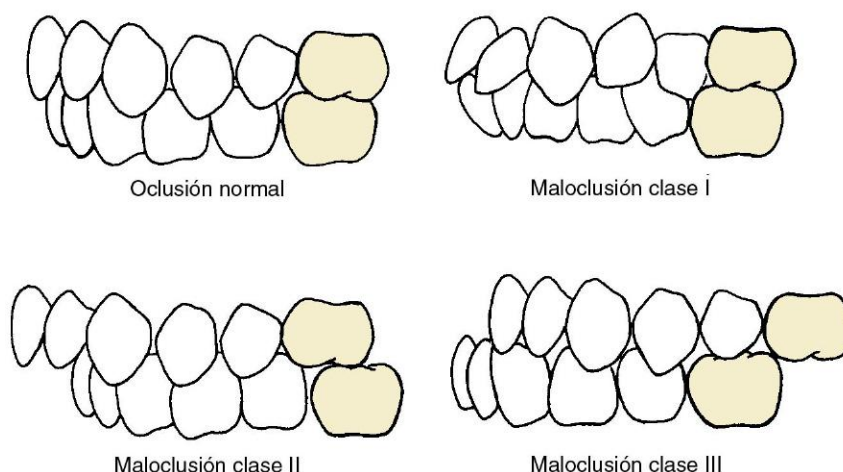


FIGURA 1-3 Oclusión normal y clases de maloclusión según la definición de Angle. Esta clasificación fue rápida y universalmente adoptada a comienzos del siglo xx, y se ha incorporado a todos los sistemas descriptivos y de clasificación actuales.

fuertes para juntar los dientes, tal como Angle y sus seguidores sugerían. Bajo el liderazgo de Charles Tweed en EE. UU. y de Raymond Begg en Australia (dos de los alumnos de Angle), en las décadas de los cuarenta y cincuenta se reintrodujeron las extracciones dentales como parte del tratamiento ortodóncico, para mejorar la estética facial y la estabilidad de las relaciones oclusales.

La cefalometría radiológica, que permitía a los ortodoncistas medir los cambios producidos en las posiciones dentales y maxilares con el crecimiento y el tratamiento, se popularizó enormemente después de la Segunda Guerra Mundial. Las radiografías obtenidas demostraban claramente que muchas maloclusiones de clase II y clase III se debían a alteraciones en las relaciones intermaxilares, y no solo a una mala posición de los dientes. La cefalometría también permitió comprobar que era posible alterar el crecimiento mandibular con el tratamiento ortodóncico. En Europa se desarrolló el método de «ortopedia mandibular funcional» para favorecer los cambios durante el crecimiento, mientras que en EE. UU. se utilizaba la fuerza extraoral para ese cometido. En la actualidad, se emplean en todo el mundo aparatos funcionales y extraorales para controlar y modificar el crecimiento y la forma de la mandíbula. Conseguir una relación intermaxilar correcta o cuando menos mejorada se convirtió en uno de los objetivos del tratamiento a mediados del siglo xx.

Actualmente, se han plasmado estos cambios en los objetivos del tratamiento ortodóncico (es decir, centrarse en las proporciones faciales y en las repercusiones de la dentición en el aspecto facial) en el paradigma de los tejidos blandos.⁴

Objetivos del tratamiento contemporáneo: el paradigma de los tejidos blandos

Podemos definir un paradigma como «un conjunto de creencias y suposiciones compartidas que representan la base conceptual de un ámbito de la ciencia o la práctica clínica». El paradigma de los tejidos blandos establece que tanto los objetivos como las limitaciones del tratamiento ortodóncico y ortognático modernos vienen determinados por los tejidos blandos de la cara, no por los dientes ni los huesos. Esta redefinición de la ortodoncia se aleja del paradigma de Angle que dominó el siglo xx,

y se puede entender mejor si comparamos los objetivos del tratamiento, el énfasis en el diagnóstico y el enfoque terapéutico de ambos paradigmas (tabla 1-1). En el caso del paradigma de los tejidos blandos, el mayor interés por la exploración clínica que por el estudio de los modelos dentales y las radiografías nos conduce a un enfoque diferente a la hora de obtener información diagnóstica importante y de usar esa información para desarrollar planes de tratamiento que nunca habríamos considerado sin la misma.

En concreto, ¿qué diferencias implica el paradigma de los tejidos blandos a la hora de planificar el tratamiento? Tiene algunas consecuencias importantes:

1. El objetivo prioritario del tratamiento pasa a ser las relaciones y las adaptaciones de los tejidos blandos, y no la oclusión ideal de Angle. Este objetivo más general es compatible con la oclusión ideal de Angle, pero se admite que para que el paciente pueda beneficiarse plenamente del tratamiento, la oclusión ideal no representa siempre el aspecto fundamental de un plan de tratamiento. Los factores que más influyen en el aspecto facial son las relaciones entre los tejidos blandos, tanto las proporciones de los tegumentos blandos de la cara como las relaciones de la dentición con los labios y la cara. De las adaptaciones (o la falta de adaptación) de los tejidos blandos a la posición de los dientes dependerá que los resultados ortodóncicos sean estables o no. Es muy importante tener esto presente al planificar el tratamiento.
2. El objetivo secundario del tratamiento es la *oclusión funcional*. ¿Qué tiene que ver esto con los tejidos blandos? Podemos considerar que la disfunción temporomandibular (TM), en la medida en que guarda relación con la oclusión dental, es el resultado de una lesión de los tejidos blandos que rodean la articulación temporomandibular (ATM) como consecuencia del apretamiento y rechinar de los dientes. Teniendo esto presente, uno de los objetivos fundamentales del tratamiento consistirá en arreglar la oclusión para limitar el riesgo de lesiones. También en este aspecto la oclusión ideal de Angle es compatible con un objetivo más amplio, pero algunos pacientes pueden responder mejor si nos apartamos del ideal de Angle, y esto es algo que conviene tener presente al planificar el tratamiento.

TABLA 1-1

Angle frente a los paradigmas del tejido blando: una nueva forma de ver los objetivos del tratamiento

Parámetro	Paradigma de Angle	Paradigma del tejido blando
Objetivo principal del tratamiento	Oclusión dental ideal	Proporciones y adaptaciones normales del tejido blando
Objetivo secundario	Relación maxilar ideal	Oclusión funcional
Relación de los tejidos duros/blandos	Las proporciones ideales de los tejidos duros producen tejidos blandos ideales	Las proporciones ideales del tejido blando definen los tejidos duros ideales
Énfasis del diagnóstico	Modelos dentales, radiografías cefalométricas	Evaluaciones clínicas de los tejidos blandos faciales e intraorales
Enfoque de tratamiento	Obtención de relaciones dentales y esqueléticas ideales, asumir que los tejidos blandos estarán bien	Planificación de las relaciones ideales del tejido blando y posteriormente colocar los dientes y los maxilares como sea necesario para conseguirlo
Énfasis en la función	La ATM en relación con la oclusión dental	Movimiento del tejido blando en relación con la posición de los dientes
Estabilidad del resultado	Relacionado principalmente con la oclusión dental	Relacionado principalmente con la presión del tejido blando/efectos del equilibrio

ATM, articulación temporomandibular.

- Se invierte el razonamiento que conduce a la «resolución de los problemas del paciente». Antiguamente, el odontólogo se centraba en las relaciones dentales y esqueléticas, asumiendo tácitamente que si las mismas eran correctas, las relaciones con los tejidos blandos se arreglarían por sí solas. Si ampliamos el enfoque a los tejidos blandos faciales y orales, tendremos que determinar cuáles deberían ser esas relaciones con los tejidos blandos y averiguar cómo habría que colocar los dientes y los maxilares para poder alcanzar los objetivos para los tejidos blandos. ¿Por qué es esto tan importante en el momento de establecer los objetivos del tratamiento? Tiene mucho que ver con los motivos por los que los pacientes o sus padres recurren al tratamiento ortodóncico y con lo que esperan conseguir con el mismo.

En las secciones siguientes de este capítulo ofrecemos algunos datos sobre la prevalencia de la maloclusión, sobre lo que sabemos acerca de la necesidad de tratar la maloclusión y la deformidad dentofacial, y sobre la influencia que tienen los tejidos blandos, los dientes y el esqueleto en la necesidad y la demanda de tratamiento ortodóncico. Hay que tener en cuenta que la ortodoncia se moldea según factores biológicos, psicosociales y culturales. Es por eso que al definir los objetivos del tratamiento ortodóncico, hay que considerar no solo los factores morfológicos y funcionales, sino también un amplio espectro de elementos psicosociales y bioéticos.

PROBLEMAS ORTODÓNCICOS HABITUALES: EPIDEMIOLOGÍA DE LA MALOCLUSIÓN

Lo que Angle definía como «oclusión normal» se debería considerar con más propiedad como la oclusión normal ideal. De hecho, resulta bastante infrecuente encontrar unos dientes adecuadamente interdigitados y dispuestos en una línea de oclusión perfectamente regular. Los estudios epidemiológicos sobre la

maloclusión adolecieron durante muchos años de una considerable divergencia entre los investigadores en cuanto al grado de desviación que debería aceptarse como normal. En la década de los setenta, una serie de estudios de grupos públicos o universitarios realizados en los países desarrollados proporcionaron una idea razonablemente clara sobre la prevalencia mundial de las distintas relaciones oclusales y maloclusiones.

En EE. UU., el U. S. Public Health Service (USPHS) realizó dos estudios a gran escala entre niños de 6-11 años entre 1963 y 1965, y entre jóvenes de 12-17 años entre 1969 y 1970.^{5,6} Como parte de un estudio nacional a gran escala de los problemas y necesidades asistenciales en EE. UU., entre 1989 y 1994 (National Health and Nutrition Estimates Survey III [NHANES III]), se calculó de nuevo la incidencia de la maloclusión. Este estudio, en el que participaron alrededor de 14.000 individuos, fue diseñado estadísticamente para proporcionar un cálculo ponderado de unos 150 millones de personas de los grupos raciales/étnicos y de las edades muestreados. Los datos obtenidos aportan información actualizada de los niños y jóvenes norteamericanos e incluyen el primer grupo de datos válidos sobre la maloclusión en los adultos, con cálculos independientes para los principales grupos raciales/étnicos.⁷

Las características de la maloclusión evaluadas en el NHANES III incluían el índice de irregularidad, una medida de la alineación de los incisivos (fig. 1-4), la prevalencia de diastemas de la línea media > 2 mm (fig. 1-5) y la prevalencia de la mordida cruzada posterior (fig. 1-6). Además, se midieron el resalte (fig. 1-7) y la sobremordida/mordida abierta (fig. 1-8). El resalte refleja las relaciones molares de clase II y clase III de Angle. Dado que la exploración clínica permite evaluar mucho mejor el resalte que las relaciones de los molares, no se evaluaron directamente estas últimas.

En las figuras 1-9 a 1-11 se representan gráficamente los datos actuales de estas características de maloclusión en los niños (8-11 años), los jóvenes (12-17 años) y los adultos (18-50 años) en la población norteamericana, obtenidos en el NHANES III.

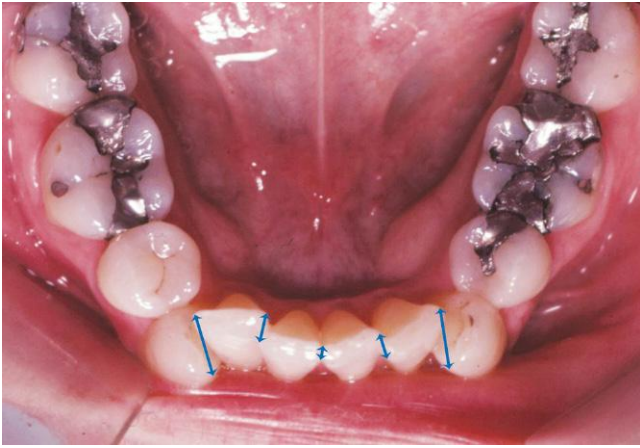


FIGURA 1-4 Normalmente, la irregularidad de los incisivos se expresa como índice de irregularidad; el total de milímetros difiere del punto de contacto en cada incisivo con respecto al punto de contacto que debería tener, como muestran las líneas azules. En este paciente el índice de irregularidad es 10 (mm).



FIGURA 1-5 Se denomina *diastema* al espacio entre dientes contiguos. Son relativamente frecuentes los diastemas de la línea media superior, sobre todo durante la dentición mixta infantil. Sin embargo, un diastema de la línea media superior a 2 mm no suele cerrarse espontáneamente con el desarrollo posterior.



FIGURA 1-6 Se produce una mordida cruzada posterior cuando los dientes posteriores superiores quedan en una posición lingual respecto a los inferiores, como ocurre en este paciente. La mordida cruzada posterior refleja por lo general estrechez de la arcada dental superior, pero también puede deberse a otras causas. Este paciente también tiene una mordida cruzada anterior en un diente, y el incisivo lateral atrapado lingualmente.

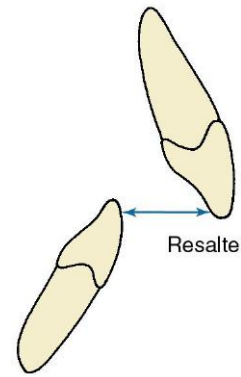


FIGURA 1-7 El resalte se define como la superposición horizontal de los incisivos. Normalmente, los incisivos están en contacto, los superiores por delante de los inferiores solo por el grosor de los bordes superiores (es decir, la relación normal es un resalte de 2-3 mm). Si los incisivos inferiores están por delante de los superiores, el trastorno se denomina resalte inferior, resalte inverso o mordida cruzada anterior.

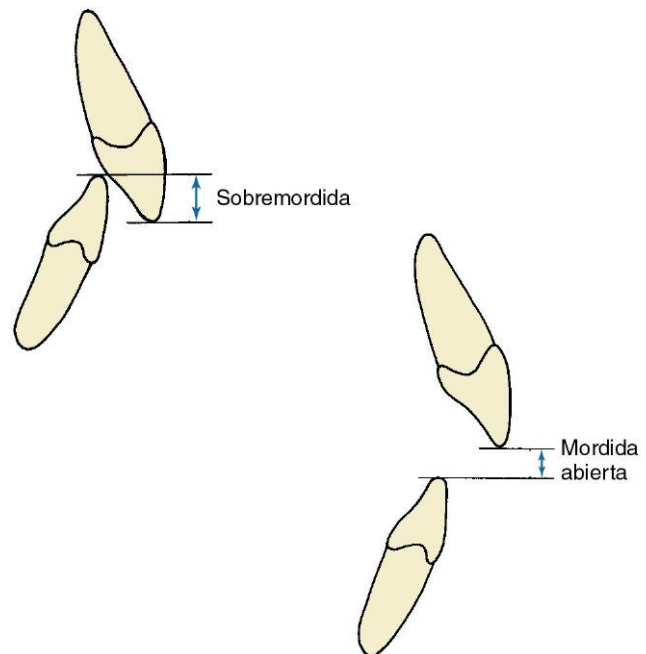


FIGURA 1-8 La sobremordida se define como la superposición vertical de los incisivos. Normalmente, los bordes incisales inferiores están en contacto con la superficie lingual de los incisivos superiores, a la altura del cíngulo o por encima (es decir, suele haber una sobremordida de 1-2 mm). En la mordida abierta no se produce superposición vertical y se mide la separación vertical para cuantificar su gravedad.

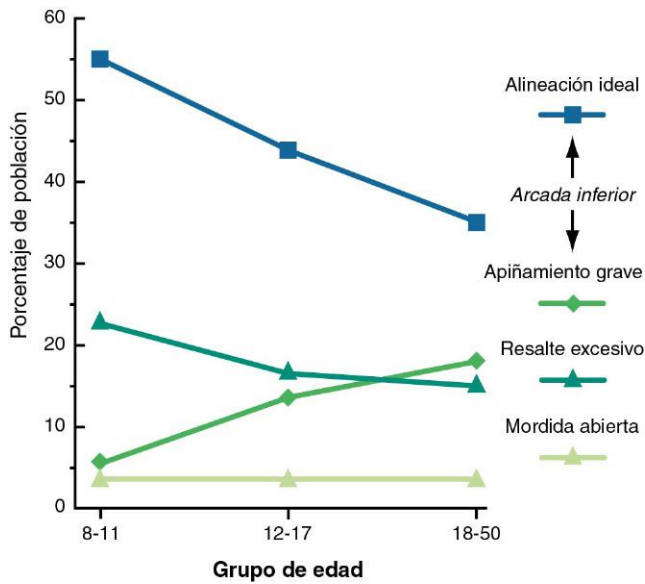


FIGURA 1-9 Variaciones en la prevalencia de diferentes tipos de maloclusión entre la infancia y la vida adulta, EE. UU., 1989-1994. Obsérvese el aumento en las irregularidades de los incisivos y la disminución en el resalte grave como resultado de la maduración de los niños; ambos cambios guardan relación con el crecimiento mandibular.

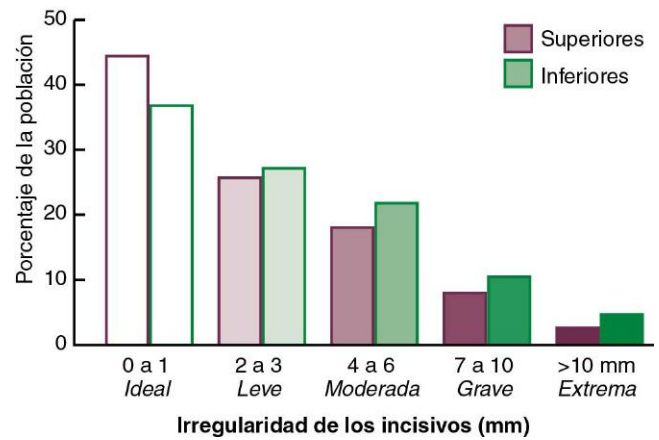


FIGURA 1-10 Irregularidad de los incisivos entre la población norteamericana, 1989-1994. Un tercio de la población tiene al menos algunos incisivos moderadamente irregulares (normalmente apiñados), y casi el 15% presentan irregularidades graves o extremas. Obsérvese que la irregularidad en la arcada inferior es más frecuente en cualquier grado de gravedad.

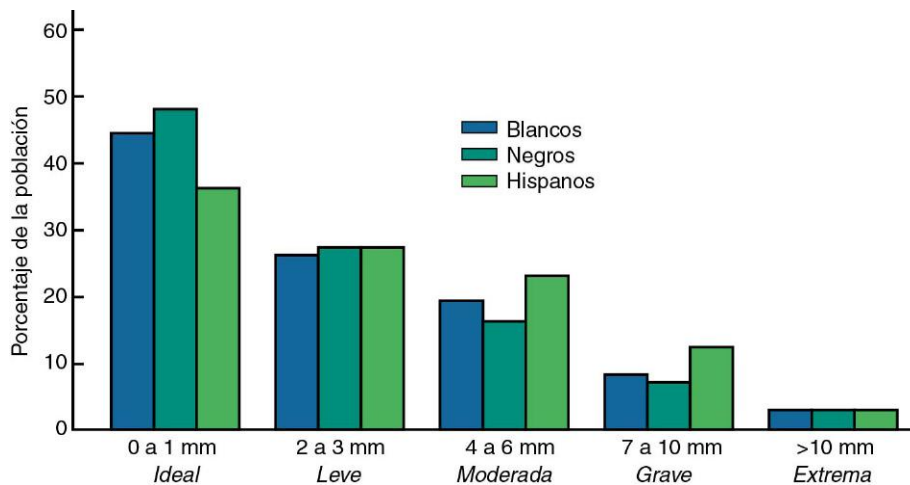


FIGURA 1-11 Irregularidad de los incisivos, distribuida por grupos raciales/étnicos. El porcentaje de la población hispana con una alineación ideal es inferior al de los otros dos grupos, y el porcentaje con apiñamiento moderado y grave es superior. Esto podría reflejar el bajo número de hispanos que recibían tratamiento ortodóncico en el momento de realizarse el estudio NHANES III.

En la figura 1-9 se observa que algo más de la mitad de los niños norteamericanos de 8-11 años tienen incisivos bien alineados. El resto presenta diferentes grados de mala alineación y apiñamiento. El porcentaje de sujetos con alineación perfecta disminuye entre los 12 y los 17 años, debido a la erupción de los demás dientes permanentes, y se mantiene después casi igual en la arcada superior, pero empeora en la inferior en la edad adulta. Solo el 34% de los adultos tiene incisivos inferiores bien alineados. Casi el 15% de los adolescentes y adultos tiene unos incisivos grave o extremadamente irregulares, de modo que necesitarían una expansión importante de las arcadas o la extracción de algunos dientes para poder alinearlos (v. fig. 1-9).

Los niños presentan a menudo un diastema de la línea media (v. fig. 1-5), el 26% tiene una separación superior a 2 mm. Aunque este espacio tiende a cerrarse, alrededor del 6% de los jóvenes y adultos sigue presentando un diastema visible que afecta a la apariencia de la sonrisa. Las personas de raza negra son dos veces más propensas que los blancos o los hispanos a presentar un diastema de la línea media ($P < 0,001$).

Debemos considerar las relaciones oclusales en los tres planos del espacio. La mordida cruzada posterior refleja una desviación de la oclusión ideal en el plano transversal. Es relativamente infrecuente a todas las edades. El resalte o el resalte inverso representan desviaciones anteroposteriores en la dirección de clase II/clase III, y la sobremordida o la mordida abierta indican desviaciones

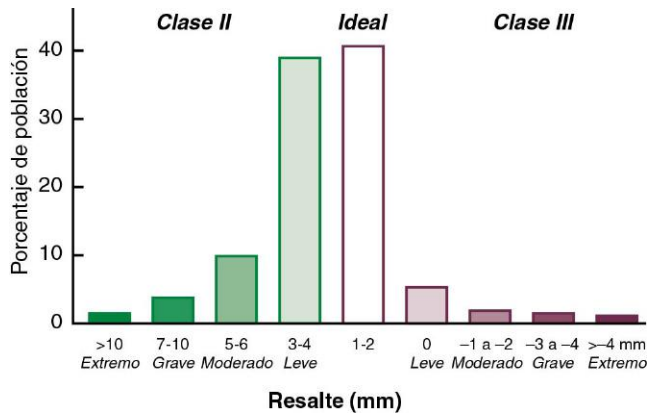


FIGURA 1-12 Resalte (clase II) y resalte inverso (clase III) en la población norteamericana, 1989-1994. Solo un tercio de la población tiene relaciones incisivas anteroposteriores ideales, pero el resalte aumenta moderadamente en otro tercio. Un resalte aumentado, acompañado de maloclusión de clase II, es mucho más frecuente que un resalte inverso acompañado de una clase III.

verticales de las condiciones ideales. En el 23% de los niños, el 15% de los jóvenes y el 13% de los adultos (fig. 1-12) se observa un resalte de 5 mm o más, lo que parece indicar una maloclusión de clase II de Angle. El resalte inverso es indicio de maloclusión de clase III y es mucho menos frecuente. Afecta aproximadamente al 3% de los niños norteamericanos, y el porcentaje aumenta al 5% en jóvenes y adultos. Aproximadamente el 4% de la población tiene problemas graves o extremos de maloclusión de clase II y clase III, en los límites de la posible corrección ortodóncica o demasiado graves para una corrección no quirúrgica, y es mucho más frecuente la clase II grave. Los problemas graves de clase II son menos corrientes y los de clase III graves son más frecuentes entre los hispanos que en los blancos o los negros.

Las desviaciones verticales de 0-2 mm en relación con la sobremordida ideal son menos frecuentes en los adultos que en los niños, pero afectan a la mitad de la población adulta; la gran mayoría de los adultos tienen una sobremordida excesiva (fig. 1-13). Casi el 20% de los niños y el 13% de los adultos presentan una mordida profunda grave (sobremordida ≥ 5 mm), mientras que la mordida abierta grave (sobremordida negativa ≥ 2 mm) afecta a menos del 1%. Existen diferencias muy considerables en las relaciones dentales verticales entre los distintos grupos raciales/étnicos. La mordida profunda grave es casi dos veces más frecuente en los blancos que en los negros o los hispanos ($P < 0,001$), mientras que la mordida abierta superior a 2 mm es cinco veces más frecuente en los negros que en los blancos o los hispanos ($P < 0,001$). Ello se debe, casi con total seguridad, a las proporciones craneofaciales ligeramente diferentes en los grupos de población negra (v. capítulo 5 para un comentario más completo). A pesar de que tienen una mayor incidencia de problemas anteroposteriores, los hispanos sufren menos problemas verticales que los blancos o los negros.

Es muy interesante calcular a partir de los datos del estudio el porcentaje de niños y jóvenes norteamericanos que entrarían en los cuatro grupos de Angle. Desde este punto de vista, el 30% suele tener oclusión normal según Angle. La maloclusión de clase I (50-55%) suele ser el grupo más numeroso; las maloclusiones

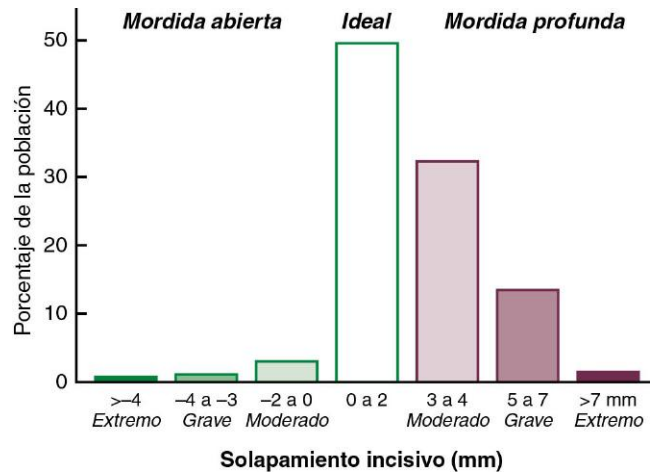


FIGURA 1-13 Relaciones de mordida abierta/mordida profunda en la población norteamericana, 1989-1994. La mitad de la población tiene una relación vertical ideal entre los incisivos. La mordida profunda es mucho más prevalente que la abierta. Las relaciones verticales varían considerablemente entre los grupos raciales.

de clase II (aproximadamente un 15%) son casi la mitad de las oclusiones normales, y la clase III (menos del 1%) constituye un porcentaje muy pequeño del total.

Cabría esperar que existieran diferencias en las características de la maloclusión entre EE. UU. y otros países, debido a las diferencias en la composición racial y étnica. Aunque los datos disponibles no abarcan todas las poblaciones norteamericanas, parece demostrado que los problemas de clase II son especialmente frecuentes en las personas blancas de origen escandinavo (p. ej., el 25% de los niños daneses tienen maloclusión de clase II), mientras que los problemas de clase III son especialmente frecuentes en las poblaciones asiáticas (el 3-5% en Japón, casi el 2% en China con otro 2-3% de pseudoclase III [es decir, desviación hacia una mordida cruzada anterior debida a interferencias de los incisivos]). Las poblaciones africanas no son ni mucho menos homogéneas, pero por las diferencias observadas en EE. UU. entre blancos y negros, parece probable que la clase III y la mordida abierta sean más frecuentes, y que la mordida profunda lo sea menos, en las poblaciones africanas que en las europeas.

¿POR QUÉ ES TAN FRECUENTE LA MALOCLUSIÓN?

Aunque una gran parte de la población está actualmente afectada por la maloclusión, ello no quiere decir que se trate de una situación normal. Los restos esqueléticos encontrados indican que la incidencia actual es muy superior a la de hace 1.000 años. El apiñamiento y la mala alineación de los dientes eran poco frecuentes hasta tiempos relativamente recientes, aunque no desconocidos (fig. 1-14). Dado que la mandíbula tiende a separarse del resto del cráneo cuando se exhuman restos esqueléticos enterrados durante mucho tiempo, es más sencillo certificar lo que ha sucedido con la alineación dental que con las relaciones oclusales. Los restos esqueléticos parecen sugerir que todos los miembros de un grupo podrían tender a una relación mandibular de clase III o, con menor frecuencia, de clase II. Pueden observarse hallazgos

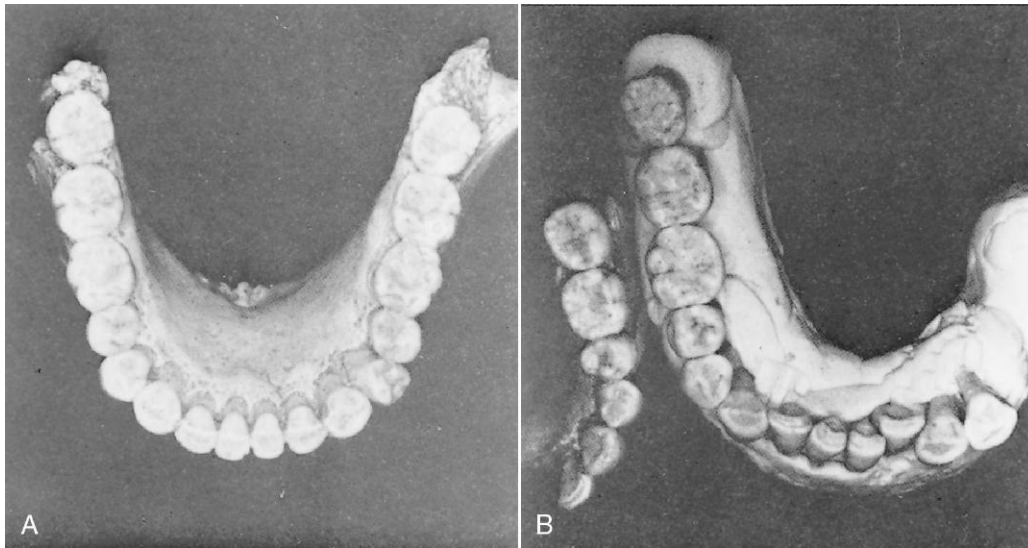


FIGURA 1-14 Arcadas dentales inferiores de ejemplares hallados en la cueva de Krapina, Yugoslavia, con una antigüedad aproximada de 100.000 años. **A.** Obsérvese la excelente alineación del ejemplar. Lo habitual en este grupo era observar una alineación casi perfecta o un apiñamiento mínimo. **B.** En este ejemplar, que presentaba los dientes más grandes de este yacimiento de restos esqueléticos, formado por unos 80 individuos, se observa apiñamiento y mala alineación. (Tomado de Wolpoff WH. *Paleoanthropology*. New York: Alfred A Knopf; 1998.)

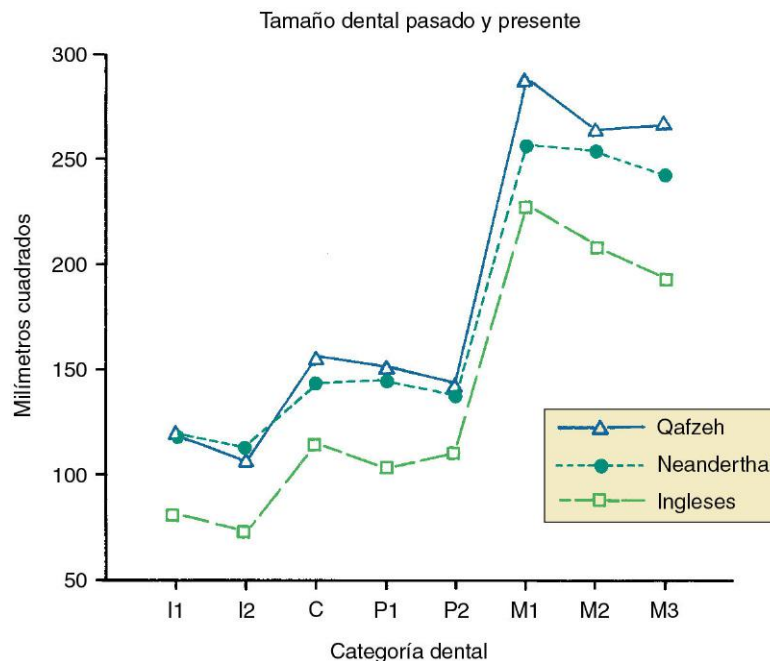


FIGURA 1-15 Se evidencia la disminución generalizada del tamaño de los dientes humanos, en comparación con los dientes del yacimiento antropológico de Qafzeh, de 100.000 años de antigüedad; los dientes de un hombre de Neanderthal, de hace 10.000 años, y los dientes de poblaciones humanas actuales. (Reproducido a partir de Kelly MA, Larsen CS, eds. *Advances in Dental Anthropology*. New York: Wiley-Liss; 1991.)

similares en grupos actuales de población que no se han visto afectados por el desarrollo moderno: el apiñamiento y la mala alineación dentales son poco frecuentes, pero la mayoría de los miembros del grupo presentan ligeras discrepancias anteroposteriores o transversales, como la tendencia a los problemas de clase III que se observa entre los habitantes de las islas del sur del Pacífico⁸ y la mordida cruzada bucal (oclusión X) entre los aborígenes australianos.⁹

Aunque 1.000 años es mucho tiempo si se compara con una vida humana, se trata de un período muy breve desde el punto de

vista evolutivo. Los fósiles demuestran las tendencias evolutivas que han influido en la dentición actual a lo largo de muchos milenios, incluida una disminución en el tamaño y el número de los dientes y en el tamaño de los maxilares. Por ejemplo, se ha producido una reducción progresiva en el tamaño de los dientes anteriores y posteriores durante los últimos 100.000 años, como mínimo (fig. 1-15). El número de dientes de los primates superiores ha disminuido en relación con el patrón habitual de los mamíferos (fig. 1-16). Han desaparecido el tercer incisivo y el tercer premolar, así como el cuarto molar. En la actualidad, es

				Mamífero básico
M-3	PM-4	C	1-3	
M-3	PM-3	C	1-2	Prosimio
M-3	PM-2	C	1-2	Simio superior
M-3 (2)	PM-2	C	1-2	Hombre

FIGURA 1-16 La reducción del número de dientes ha sido una característica de la evolución de los primates. En la población humana actual, es tan frecuente que falten los terceros molares que parece que se está produciendo una nueva reducción, y la presencia variable de incisivos laterales y segundos premolares parece sugerir la existencia de una presión evolutiva sobre los mismos.

frecuente que los seres humanos no desarrollen el tercer molar, el segundo premolar y el segundo incisivo, lo que parece indicar que estos dientes están en vías de desaparición. En comparación con otros primates, los seres humanos modernos poseen unas mandíbulas bastante poco desarrolladas.

Es fácil deducir que si la reducción progresiva del tamaño mandibular no va acompañada de una disminución en el tamaño y el número de los dientes, pueden producirse problemas de apiñamiento y mala alineación. No es tan sencillo averiguar por qué la mala alineación ha aumentado de forma tan brusca en los últimos años, pero parece haber evolucionado de forma paralela a la transición desde las sociedades agrícolas primitivas a las comunidades urbanizadas modernas. Los trastornos cardiovasculares y problemas sanitarios relacionados aparecen de manera rápida cuando un grupo de población anteriormente sana cambia la vida rural por la ciudad y la civilización. La hipertensión arterial, las cardiopatías, la diabetes y otros problemas médicos son mucho más frecuentes en los países desarrollados que en los subdesarrollados, por lo que se les ha denominado «enfermedades de la civilización».

Existen algunos indicios de que la maloclusión aumenta en determinados grupos de población al pasar del medio rural a las ciudades. Por ejemplo, Corruccini observa una mayor prevalencia de apiñamiento, mordida cruzada posterior y discrepancias de segmentos bucales en los jóvenes de las ciudades en comparación con los de las zonas rurales del Punjab, en el norte de la India.¹⁰ Aunque podríamos afirmar que la maloclusión es otra alteración que se ha acentuado con los cambios de la vida moderna, lo que quizá se deba en parte al menor uso actual del aparato masticatorio debido a la mayor blandura de los alimentos. Por supuesto, en la época primitiva el óptimo funcionamiento de los maxilares y de los dientes era un factor de predicción importante de la capacidad para sobrevivir y reproducirse. Un aparato masticatorio adecuado era fundamental para poder procesar las carnes y los vegetales crudos o parcialmente cocinados. Al observar, por ejemplo, a un aborigen australiano que utiliza todos los músculos de la mitad superior de su cuerpo para desgarrar un pedazo de carne de canguro casi cruda, se puede apreciar cómo han disminuido las demandas sobre el aparato masticatorio con el avance de la civilización (fig. 1-17). Los antropólogos han formulado una propuesta muy interesante: la introducción de la cocina, de manera que no se requiera tanto esfuerzo y energía

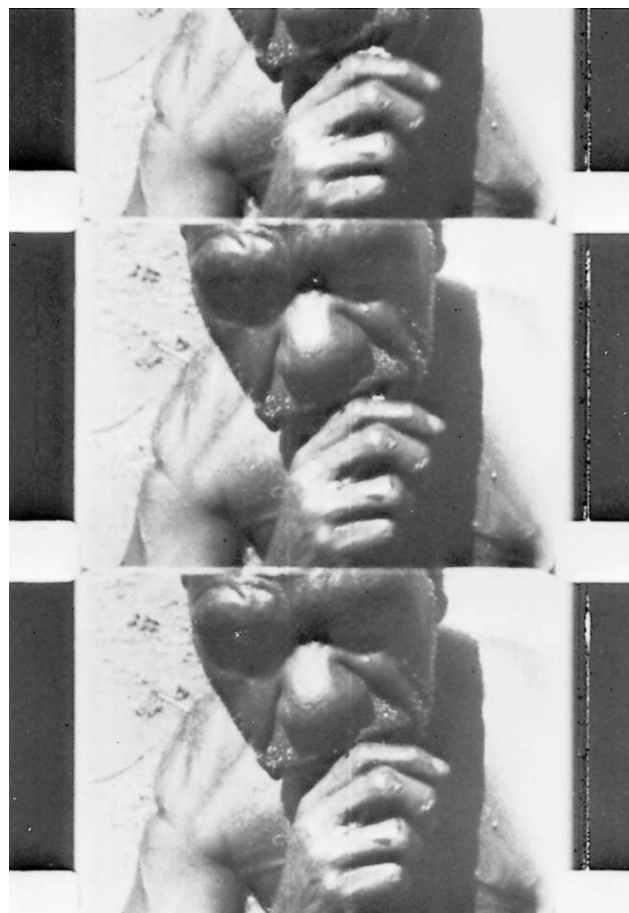


FIGURA 1-17 Fotogramas de una película de un aborigen australiano de los años sesenta comiendo carne de canguro preparada según el método tradicional (apenas cocinada). Obsérvese la actividad de los músculos, no solo de la región facial, sino de todo el cuello y de la cintura escapular. (Por cortesía de M. J. Barrett.)

para masticar los alimentos, fue la clave para que el ser humano desarrollara un cerebro más grande. Sin los alimentos cocinados no habría sido posible satisfacer las demandas de energía de un cerebro de mayor tamaño. Gracias a ellos, se dispone de energía en abundancia para el desarrollo cerebral y ya no se necesitan unas mandíbulas robustas.¹¹

Es complicado determinar si los cambios en la función mandibular han aumentado la prevalencia de las maloclusiones debido al hecho de que tanto las caries dentales como los problemas periodontales, poco frecuentes con las dietas primitivas, aparecen rápidamente al cambiar la dieta. La patología dental resultante puede impedirnos averiguar lo que habría sucedido con la maloclusión sin la caída precoz de los dientes, la gingivitis y la degradación periodontal. Es cierto que el aumento de los problemas de maloclusión en nuestros tiempos guarda un paralelismo con la civilización moderna, pero la reducción del tamaño de la mandíbula relacionada con la atrofia por desuso es difícil de documentar y el paralelismo con los trastornos relacionados con el estrés solo puede establecerse hasta ese punto. Aunque es difícil saber la causa exacta de una maloclusión en particular, conocemos las posibilidades etiológicas generales, que se comentan con detalle en el capítulo 5.

¿Qué consecuencias puede tener la presencia de maloclusión? Vamos a considerar a continuación las razones para el tratamiento ortodóncico.

¿QUIÉN NECESITA TRATAMIENTO?

La protrusión, las irregularidades o la maloclusión dental pueden provocar al paciente tres tipos de problemas: 1) discriminación derivada de la apariencia facial; 2) problemas con la función oral, incluidas dificultades para mover la mandíbula (incoordinación o dolor muscular), trastornos ATM y problemas para masticar, deglutir o hablar, y 3) problemas de mayor susceptibilidad a los traumatismos, trastornos periodontales más acentuados o caries dentales.

Problemas psicosociales

Diversos estudios realizados recientemente han confirmado lo que ya intuíamos: la maloclusión grave puede ser una traba social. La caricatura habitual de una persona que no es demasiado brillante incluye unos incisivos superiores muy protruyentes. Las brujas no solo tienen la escoba sino que también tienen la mandíbula inferior protruyente, que representa una maloclusión de clase III. Los dientes bien alineados y una sonrisa agradable se asocian a un estatus positivo a todos los niveles sociales, mientras que los dientes irregulares o protruyentes tienen connotaciones negativas.¹² Los niños que se van a someter a tratamiento ortodóncico esperan generalmente que mejore su bienestar social y psicológico, y consideran que la mejora funcional constituye una ventaja secundaria de dicho tratamiento.¹³ El aspecto físico puede representar y representa una diferencia en las expectativas de los profesores y, por consiguiente, en los progresos del estudiante en los estudios, en las posibilidades de conseguir un empleo y en la competencia a la hora de buscar pareja. No cabe duda de que las respuestas sociales condicionadas por el aspecto de la cara y la dentadura pueden influir notablemente en la plena adaptación vital de un individuo.¹⁴

Ello coloca al concepto de «maloclusión desfavorecedora» en un contexto más amplio e importante. Si las relaciones de una

persona con los demás se ven afectadas constantemente por su dentadura, el perjuicio dental no es ni mucho menos trivial. Los datos disponibles parecen indicar que en un grupo de población con unos ingresos limitados (Medicaid), el tratamiento parcial y precoz para mejorar (en lugar de corregir totalmente) las maloclusiones más evidentes produce unos aspectos psicosociales beneficiosos.¹⁵

Es muy interesante el hecho de que el rechazo psíquico que provoca la desfiguración facial o dental no es directamente proporcional a la gravedad anatómica del problema. Un individuo muy desfigurado puede esperar una respuesta siempre negativa. Un individuo con un problema aparentemente menos grave (p. ej., mentón protruyente o incisivos irregulares) recibe a veces un trato diferente por ello, pero no siempre. Parece más fácil aceptar un defecto si el resto de las personas responden siempre de la misma forma que si no es así. Las respuestas impredecibles producen ansiedad y pueden tener fuertes efectos negativos.¹⁶

El impacto que tenga un defecto físico en un individuo también dependerá mucho de su autoestima. El resultado es que una anomalía anatómica que solo es una alteración sin mayores consecuencias para un determinado individuo puede representar un problema verdaderamente grave para otro. Parece claro que la principal razón para que una persona solicite tratamiento ortodóncico es la de limitar los problemas psicosociales relacionados con su aspecto dental y facial. Dichos problemas no son «solo estéticos». Pueden afectar a la calidad de vida.

Función oral

Aunque es evidente que la maloclusión grave altera la función oral, esta se adapta sorprendentemente bien a la morfología. Parece que la maloclusión suele alterar la función sin impedirla, únicamente haciéndola más difícil, de tal manera que se requiere un esfuerzo adicional para compensar la deformidad anatómica. Por ejemplo, todo el mundo mastica tantas veces como sea necesario para reducir el bolo alimenticio a una consistencia que permita su deglución; por consiguiente, si la masticación es menos eficaz debido a la existencia de maloclusión, el individuo afectado realiza un mayor esfuerzo al masticar o mastica menos los alimentos antes de tragarlos. La postura de la lengua y los labios se adapta a la posición de los dientes, de manera que la deglución no suele verse afectada (v. capítulo 5). Igualmente, casi todo el mundo puede mover el maxilar inferior a efectos de colocar sus labios en la relación adecuada para poder hablar, de manera que no es frecuente observar distorsiones del habla, aunque la persona deba realizar un esfuerzo extraordinario para hablar con normalidad. En la medida en que se vayan desarrollando nuevos métodos para cuantificar las adaptaciones funcionales de este tipo, es probable que se lleguen a conocer mejor los efectos de la maloclusión sobre la función de lo que se conocía en el pasado.

Las relaciones entre la maloclusión y la adaptación a las alteraciones TM, manifestadas en forma de dolor en la ATM y en sus alrededores, son mucho más claras actualmente que hace algunos años. El dolor de las alteraciones TM puede deberse a cambios patológicos en la ATM, aunque es más frecuente que sean consecuencia de la fatiga y de los espasmos musculares. El dolor muscular casi siempre se correlaciona con una historia de postura mandibular constante en una posición anterior o lateral, o con apretar o rechinar los dientes en respuesta a situaciones problemáticas.

Algunos odontólogos sugieren que incluso las pequeñas imperfecciones en la oclusión pueden desencadenar el apretamiento y el rechinar. Si fuera cierto, querría decir que existe una verdadera necesidad de perfeccionar la oclusión en todas las personas, evitando la posibilidad de que se produzcan dolores musculares faciales. Dado que el número de personas con problemas moderados de maloclusión (50-75% de la población) supera con creces el de pacientes con alteraciones TM (5-30%, dependiendo de los síntomas que se examinen), no parece probable que la oclusión dental por sí sola baste para inducir una hiperactividad de la musculatura oral. Normalmente influye también una reacción al estrés. Algunas personas reaccionan apretando y haciendo rechinar sus dientes, mientras que otras desarrollan síntomas de otros órganos y sistemas. Una misma persona no tiene casi nunca colitis ulcerosa (también un trastorno inducido habitualmente por el estrés) y alteraciones TM al mismo tiempo.

Algunos tipos de maloclusión (sobre todo la mordida cruzada posterior con desplazamiento durante el cierre) guardan una correlación positiva con los problemas de la ATM, mientras que no ocurre así con otros tipos; no obstante, los coeficientes de correlación más altos no pasan del 0,3-0,4. Ello significa que en la mayoría de los casos no se observa correlación entre la maloclusión y las alteraciones TM.¹⁷ Por consiguiente, casi nunca está indicada la ortodoncia como tratamiento primario para la alteración TM, pero en circunstancias especiales (v. capítulo 18) puede representar un complemento muy útil de otros tratamientos para el dolor muscular.

Relaciones con las lesiones y los trastornos dentales

La maloclusión, en especial la protrusión de los incisivos superiores, puede incrementar las probabilidades de que los dientes se lesionen (fig. 1-18). Existe una posibilidad entre tres de que un niño con maloclusión de clase II no tratada sufra un traumatismo significativo en los incisivos superiores, aunque en la mayoría de los casos ello solo da lugar a esquirlas menores en el esmalte. La reducción de las posibilidades de lesión en caso de protrusión de los incisivos es un argumento a favor del tratamiento precoz de los problemas de clase II (v. capítulo 13). Una sobremordida extrema,



FIGURA 1-18 Fractura de incisivos centrales superiores en una niña de 10 años. Existe casi una posibilidad entre tres de que se lesione un incisivo protruyente, aunque por suerte el daño no suele ser grave. La mayoría de los accidentes se producen durante la actividad normal, no durante la práctica deportiva.

de manera que los incisivos inferiores entren en contacto con el paladar, puede dañar considerablemente los tejidos y favorecer una pérdida prematura de los incisivos superiores, lo que puede también causar un desgaste extremo de los incisivos. Estos dos efectos pueden evitarse con el tratamiento ortodóncico (v. capítulo 18).

Sin duda, es posible que la maloclusión pueda contribuir tanto a la caries dental como a los trastornos periodontales, al dificultar el cuidado adecuado de los dientes o provocar traumatismos oclusales. Sin embargo, los datos actualmente disponibles indican que la maloclusión tiene un impacto escaso o nulo sobre la patología dental o de las estructuras de soporte. La higiene oral depende mucho más de la predisposición y de la motivación del individuo que de su buena alineación dental, y es la presencia o ausencia de placa dental el principal factor determinante de la salud de los tejidos duros y blandos de la boca. Si los individuos con problemas de maloclusión son más propensos a la caries dental, su efecto es pequeño comparado con el del grado de higiene bucal. Los traumatismos oclusales, que hace tiempo se creía que tenían importancia en el desarrollo de los trastornos periodontales, se consideran en la actualidad como un factor etiológico secundario, no primario. Existe solo una conexión muy débil entre la maloclusión no tratada y la enfermedad periodontal importante en fases posteriores de la vida.

¿Podría el tratamiento ortodóncico por sí mismo constituir un agente etiológico de patología oral? Los estudios a largo plazo no han demostrado que ese tratamiento ortodóncico aumente la posibilidad de sufrir futuros problemas periodontales.¹⁸ La asociación entre ortodoncia y trastornos periodontales parece ser solo otra manifestación del hecho de que una parte de la población busca tratamiento odontológico mientras que otra parte lo evita. Es más probable que quienes se han sometido con éxito a algún tipo de tratamiento odontológico (p. ej., ortodoncia durante la infancia) busquen algún otro tipo, por ejemplo, tratamiento periodontal en la edad adulta.

En resumen, parece ser que los inconvenientes psicosociales y los funcionales pueden inducir a buscar tratamiento ortodóncico. No está tan claro que el tratamiento ortodóncico reduzca las posibilidades de un posterior desarrollo de alteraciones dentales.

TIPO DE TRATAMIENTO: ELECCIÓN BASADA EN PRUEBAS

Si el paciente necesita tratamiento, ¿cómo decidimos qué tipo de tratamiento conviene utilizar? La tendencia actual se orienta fundamentalmente hacia el tratamiento basado en pruebas; es decir, hay que elegir el tratamiento basándose en pruebas que demuestren claramente que el método elegido es el más indicado para el problema o los problemas de ese paciente. Cuanto más claras son las pruebas, más fácil resulta la decisión.

Ensayos clínicos aleatorizados: las mejores pruebas

Tradicionalmente, la ortodoncia ha sido una especialidad en la que tenían mucha importancia las opiniones de los cabecillas, hasta el punto de que se creaban grupos de profesionales alrededor de un líder destacado. Todavía existen sociedades de Angle, de Begg y de Tweed, y a comienzos del siglo XXI se siguen formando otras nuevas cuyo objetivo primordial consiste en promulgar las opiniones de su líder. No obstante, como cualquier grupo de

profesionales que alcanza la mayoría de edad, hay que centrarse en las decisiones basadas en pruebas más que en opiniones. Este es actualmente un objetivo fundamental de la odontología organizada en general y de la ortodoncia en particular.

Como se ilustra en el cuadro 1-1, existe una jerarquía de calidad en las pruebas disponibles en las que se deben basar las decisiones clínicas. Refleja más que nada la probabilidad de que se pueda extraer una conclusión acertada del grupo de pacientes al que se ha estudiado. La opinión no respaldada de un experto constituye la forma más débil de evidencia clínica. A menudo, la opinión de los expertos viene respaldada por una serie de casos que han sido seleccionados retrospectivamente de los archivos clínicos.

Por supuesto, esto tiene el problema de que probablemente esos casos han sido seleccionados debido a que demostraban el resultado esperado. Un especialista que se convierte en defensor de un método de tratamiento se ve inclinado de forma natural a escoger casos ilustrativos que demuestren el resultado deseado, e incluso cuando uno intenta ser objetivo es muy difícil no introducir sesgos. Cuando los resultados son variables, una buena forma de respaldar nuestras opiniones es escogiendo aquellos casos que han resultado tal como se supone que tenían que resultar y descartando aquellos que no. Por consiguiente, debemos considerar

con mucha reserva aquella información que se basa en casos escogidos. Una forma importante de controlar el sesgo al presentar los resultados de un tratamiento consiste en asegurarse de que se incluyen en el informe *todos* los casos tratados.

Si se utilizan casos retrospectivos en un estudio clínico, es mucho mejor escogerlos basándose en sus características al comenzar el tratamiento, no en los resultados, y mejor aún seleccionar los casos de forma prospectiva antes de que comience dicho tratamiento. Incluso en ese caso, es bastante posible sesgar la muestra de manera que elijamos a los pacientes «adecuados». Tras experimentar con un método de tratamiento, los médicos tienden a observar indicaciones muy sutiles que confirman que es probable que un determinado paciente vaya a responder bien o no, aunque pueden tener problemas para expresar con exactitud qué criterios han utilizado. Es muy importante identificar los criterios asociados al éxito o el fracaso, y una muestra sesgada lo hace totalmente imposible.

Por este motivo, la piedra angular a la hora de evaluar cualquier procedimiento clínico es el estudio clínico aleatorizado, en el que los pacientes son asignados de antemano de forma aleatoria a un tratamiento u otro. Este método tiene la gran ventaja de que, si la muestra es bastante extensa, la asignación aleatoria debe proporcionar una distribución similar de todas las variables entre los grupos. En este tipo de distribución de los pacientes es necesario controlar incluso aquellas variables que no han sido identificadas de antemano; y en el trabajo clínico a menudo se identifican algunas variables importantes únicamente después de haber comenzado o incluso completado el tratamiento. Más adelante, en este mismo libro detallamos los estudios clínicos ortodóncicos que se han publicado.

Desgraciadamente, en muchas circunstancias no es posible utilizar estudios aleatorizados por razones éticas o prácticas. Por ejemplo, un estudio aleatorizado sobre el tratamiento ortodóncico con extracciones o sin extracciones plantearía problemas éticos; sería muy difícil y costoso de organizar y gestionar, aun cuando se pudieran resolver las dificultades éticas, y obligaría a seguir a los pacientes durante muchos años para poder evaluar sus resultados a largo plazo.

Estudios retrospectivos: necesidad de un grupo de control

Otra forma aceptable de sustituir las opiniones por pruebas consiste en un estudio retrospectivo minucioso de los resultados del tratamiento en unas condiciones claramente determinadas. La mejor manera (y en muchos casos la única) de saber si un método de tratamiento funciona realmente es comparando a los pacientes tratados con los de un grupo de control sin tratar. Para que una comparación de ese tipo tenga validez, ambos grupos deben ser equiparables antes de que comience el tratamiento. Si los grupos fueran diferentes al comenzar, no se podría decir con total seguridad que las diferencias posteriores se han debido al tratamiento.

A la hora de formar los grupos de control para el tratamiento ortodóncico surgen algunas dificultades. Los principales son que hay que seguir a los controles durante un período de tiempo prolongado, equivalente al tiempo de tratamiento, y que normalmente se necesitan radiografías periódicas. La exposición a la radiación de los niños no tratados resulta problemática. En la actualidad, resulta muy difícil conseguir el permiso para exponer a niños a

CUADRO 1-1



unas radiaciones que no les van a reportar ningún beneficio personal. Esto significa que todavía seguimos utilizando los estudios de crecimiento longitudinales de niños no tratados que se llevaron a cabo a mediados del siglo pasado, hace ahora 50 años o más, para obtener datos de control, especialmente para aquellos estudios que implican alguna modificación del crecimiento. Cuando los controles históricos es lo mejor que se puede conseguir, esto es mejor que nada, pero conviene tener presentes sus limitaciones. En los últimos 50 años han cambiado muchas cosas.

También podemos obtener mejores datos para valorar las respuestas al tratamiento utilizando el metaanálisis. Este se basa en la aplicación de técnicas estadísticas desarrolladas recientemente para examinar los datos de diferentes estudios sobre un mismo fenómeno. La investigación ortodóncica constituye un ejemplo excelente de un sector en el que se han llevado a cabo numerosos estudios de dimensiones reducidas con intenciones parecidas, a menudo con unos protocolos que eran cuando menos similares, pero con suficientes diferencias como para dificultar cualquier comparación. El metaanálisis nunca puede reemplazar la obtención de datos nuevos mediante protocolos precisos, y la inclusión en un metaanálisis de estudios mal realizados implica el riesgo de confundir más que esclarecer el tema. No obstante, su aplicación a cuestiones clínicas tiene la gran ventaja de reducir la incertidumbre en relación con los métodos de tratamiento más indicados. En varias revisiones recientes se ha aprovechado este método para mejorar la calidad de las pruebas sobre los resultados de los métodos de tratamiento ortodóncicos.¹⁹⁻²¹

Es evidente que la era de la ortodoncia como especialidad basada en las opiniones está llegando a su fin. En el futuro se basará en las pruebas, que es siempre lo mejor. Mientras tanto, las decisiones clínicas tendrán que seguir basándose en la mejor información disponible en estos momentos. Cada vez que aparece un método innovador con el respaldo incondicional de alguien y una serie de informes sobre algunos casos en los que ha dado muy buenos resultados, conviene acordarse del aforismo «los informes entusiastas suelen carecer de controles; los informes adecuadamente controlados suelen carecer de entusiasmo».

En este capítulo y en capítulos sucesivos, las recomendaciones para un determinado tratamiento se basarán, en la medida de lo posible, en pruebas clínicas firmes. Cuando esto no sea posible, incluiremos las opiniones actuales de los autores y así lo indicaremos.

DEMANDA DE TRATAMIENTO

Estimaciones epidemiológicas de las necesidades de tratamiento ortodóncico

A la hora de definir las necesidades de tratamiento ortodóncico hay que tener en cuenta algunas consideraciones psicosociales y faciales, y no solo la forma en que los dientes encajan entre sí. Por esta razón es difícil determinar quién necesita tratamiento y quién no, basándose únicamente en el estudio de los modelos o en las radiografías dentales. Parece razonable pensar que la necesidad de tratamiento se correlaciona con la gravedad de una maloclusión. Es necesario partir de esta premisa al calcular las necesidades de tratamiento de los grupos de población.

En la década de los setenta se propusieron diferentes índices para poder valorar la desviación de los dientes respecto de la

normalidad como indicación para el tratamiento ortodóncico, pero no alcanzaron mucha aceptación como herramienta para cribar a los pacientes potenciales. El índice de necesidad de tratamiento (INT), desarrollado en Gran Bretaña por Shaw et al.,²² permite clasificar a los pacientes en cinco categorías, desde los que «no necesitan tratamiento» a los que «necesitan tratamiento», que se correlacionan razonablemente bien con los juicios de necesidad de tratamiento por parte de los odontólogos. Este índice incluye un componente de salud dental derivado de la oclusión y la alineación (cuadro 1-2) y un componente estético obtenido al comparar el aspecto dental con fotografías estandarizadas (fig. 1-19). Se observa una correlación sorprendentemente buena entre las necesidades de tratamiento valoradas mediante los componentes estético y de salud dental del INT (es decir, es muy probable que los niños calificados como necesitados de tratamiento en una de las escalas también sean elegidos si se utiliza la otra).²³

Teniendo en cuenta también los efectos de los dientes ausentes, es posible calcular los porcentajes de niños y jóvenes norteamericanos que entrarían en las diferentes categorías del INT de acuerdo con la base de datos NHANES III.²⁴ La figura 1-20 muestra el porcentaje de jóvenes de 12 a 17 años en los tres principales grupos raciales/étnicos de la población norteamericana que, de acuerdo con el INT, necesitan tratamiento leve/moderado/intenso, así como el porcentaje de los que estaban siendo tratados en esos momentos. Como se puede ver en la gráfica, el número de niños blancos que estaban recibiendo tratamiento era muy superior al de los negros o los hispanos ($P < 0,001$). El tratamiento produce casi siempre una mejoría, pero puede que no elimine totalmente todas las características de la maloclusión, y lo que consigue es que algunos pacientes de la categoría de tratamiento intenso pasen a la de tratamiento leve. El porcentaje superior de maloclusión grave entre los negros se debe probablemente a la mayor frecuencia de tratamiento en el grupo de población blanca (que habría descendido en la escala de gravedad), más que a la existencia de más casos de maloclusión grave entre la población negra.

¿Qué relación existe entre las puntuaciones del INT y lo que piensan los padres y odontólogos sobre las necesidades de tratamiento ortodóncico? Los datos existentes (bastante inconsistentes) parecen indicar que en las comunidades norteamericanas típicas, los padres y compañeros consideran que el 35% de los adolescentes precisan tratamiento ortodóncico. Esta cifra es mayor que el número de niños que entrarían en los grados 4 y 5 del INT como portadores de problemas graves que requieren tratamiento perentorio, pero inferior al número total de niños de los grados 3, 4 y 5 con problemas moderados y graves.

Los odontólogos suelen considerar que solo un tercio de sus pacientes tienen una oclusión normal, y recomiendan tratamiento a alrededor del 55% (incluyendo así a aproximadamente un 10% en una categoría de maloclusión con escasas necesidades de tratamiento). Parece ser que ellos incluirían a todos los niños de grado 3 del INT y a algunos de grado 2 en el grupo que se beneficiaría de la ortodoncia. Presumiblemente, cuando los padres juzgan la necesidad de tratamiento o los odontólogos deciden recomendarlo tienen en cuenta, además de las características dentales, el aspecto facial y las consideraciones psicosociales.

¿Quién demanda el tratamiento?

La demanda de tratamiento ortodóncico viene dada por el número real de pacientes que piden hora para una consulta y acuden

CUADRO 1-2

GRADOS DE TRATAMIENTO DEL ÍNDICE DE NECESIDAD DE TRATAMIENTO (INT)

Grado 5 (extremo/necesita tratamiento)

- 5.i Erupción impedida de los dientes (excepto los terceros molares) debido a apiñamiento, desplazamiento, presencia de dientes supernumerarios, dientes deciduos retenidos y cualquier causa patológica.
- 5.h Hipodoncia extensa con repercusiones restauradoras (más de un diente por cuadrante) que necesita ortodoncia preprotésica.
- 5.a Resalte aumentado superior a 9 mm.
- 5.m Resalte inverso superior a 3,5 mm con indicios de problemas para masticar y hablar.
- 5.p Defectos de paladar hendido y labio leporino y otras anomalías craneofaciales.
- 5.s Dientes deciduos sumergidos.

Grado 4 (grave/necesita tratamiento)

- 4.h Hipodoncia menos acusada que requiere ortodoncia o cierre ortodóncico de espacios antes del tratamiento restaurador (un diente por cuadrante).
- 4.a Resalte aumentado superior a 6 mm pero inferior o igual a 9 mm.
- 4.b Resalte inverso superior a 3,5 mm sin dificultades para masticar o hablar.
- 4.m Resalte inverso superior a 1 mm pero inferior a 3,5 mm con indicios de dificultades para masticar o hablar.
- 4.c Mordidas cruzadas anterior o posterior con más de 2 mm de discrepancia entre la posición de contacto retruido y la posición intercuspídea.
- 4.l Mordida cruzada lingual posterior sin contacto oclusal funcional en uno o ambos segmentos bucales.
- 4.d Desplazamientos importantes de los puntos de contacto, superiores a 4 mm.
- 4.e Mordidas abiertas lateral o anterior extremas, de más de 4 mm.
- 4.f Sobremordida aumentada y completa con traumatismo gingival o palatino.
- 4.t Dientes erupcionados parcialmente, inclinados e impactados contra los dientes contiguos.
- 4.x Presencia de dientes supernumerarios.

Grado 3 (moderado/necesidad dudosa)

- 3.a Resalte aumentado superior a 3,5 mm pero inferior o igual a 6 mm con incompetencia labial.
- 3.b Resalte inverso superior a 1 mm pero inferior o igual a 3,5 mm.
- 3.c Mordidas cruzadas anterior o posterior con una discrepancia de 1 a 2 mm entre la posición de contacto rehuido y la posición intercuspídea.
- 3.d Desplazamientos de los puntos de contacto superiores a 2 mm pero inferiores o iguales a 4 mm.
- 3.e Mordida abierta lateral o anterior superior a 2 mm pero menor o igual a 4 mm.
- 3.f Sobremordida profunda completa sobre los tejidos gingivales o palatinos pero sin producir traumatismos.

Grado 2 (leve/apenas necesita tratamiento)

- 2.a Resalte inverso superior a 3,5 mm pero inferior o igual a 6 mm con labios competentes.
- 2.b Resalte inverso superior a 0 mm pero inferior o igual a 1 mm.
- 2.c Mordida cruzada anterior o posterior con una discrepancia de 1 mm o menos entre la posición de contacto retruido y la posición intercuspídea.
- 2.d Desplazamientos de los puntos de contacto superiores a 1 mm pero inferiores o iguales a 2 mm.
- 2.e Mordida abierta anterior o posterior superior a 1 mm pero inferior o igual a 2 mm.
- 2.f Sobremordida aumentada superior o igual a 3,5 mm sin contacto gingival.
- 2.g Oclusiones prenatal o posnormal sin otras anomalías.

Grado 1 (no necesita tratamiento)

- 1. Maloclusiones mínimas que incluyen desplazamientos de los puntos de contacto inferiores a 1 mm.

en busca de ayuda. No todos los pacientes con maloclusión (ni siquiera los que padecen desviaciones anatómicas extremas) buscan tratamiento ortodóncico. Algunos no reconocen que tienen un problema; otros piensan que necesitan tratamiento, pero no pueden pagárselo o conseguirlo.

La necesidad y la demanda varían en función de las condiciones sociales y culturales. Muchos (padres y amigos) piensan que los niños de zonas urbanas necesitan más tratamiento que los de zonas rurales. La demanda de tratamiento ortodóncico está directamente relacionada con los ingresos familiares (fig. 1-21).

Esto parece reflejar no solo el hecho de que las familias con mayores ingresos pueden afrontar mejor el tratamiento ortodóncico, sino también que un buen aspecto facial y la ausencia de alteraciones dentales desfigurantes se asocian a posiciones sociales y a trabajos más prestigiosos. Cuanto más altas sean las aspiraciones paternas para un niño, más probabilidades habrá de que los padres busquen tratamiento ortodóncico para su hijo. Se acepta por lo general que la maloclusión grave puede alterar totalmente la adaptación vital de un individuo, y en todos los estados norteamericanos se ofrece actualmente algún tratamiento



FIGURA 1-19 Fotografías de estímulo del índice estético del INT. La valoración se basa en la respuesta del paciente a: «Aquí puede ver una serie de fotografías en las que se muestran diferentes aspectos estéticos dentales. Califique con el número 1 el más atractivo y con el 10 el menos atractivo. ¿Dónde colocaría usted sus dientes en esta escala?». Los grados 8-10 indican una necesidad innegable de tratamiento ortodóncico, los grados 5-7 una necesidad moderada/limitrofe y los grados 1-4 una necesidad escasa o nula.

ortodóncico para familias de escasos recursos a través del programa Medicaid, aunque Medicaid y otros programas parecidos solo cubren una parte muy pequeña de la asistencia ortodóncica de la población. Desde este punto de vista, es interesante señalar que incluso en los grupos con menores ingresos económicos, casi el 5% de los jóvenes y cerca del 5% de los adultos reciben tratamiento, mientras que en los grupos de ingresos medios el porcentaje es del 10-15%. Esto demuestra la importancia

que conceden al tratamiento ortodóncico aquellas familias que consideran que representa un factor fundamental para el futuro social y profesional de sus hijos.

El efecto de las dificultades económicas sobre la demanda se aprecia muy claramente en la respuesta a los planes de seguros privados. Cuando se dispone de pólizas de seguro que pagan una parte del tratamiento, el número de individuos que solicitan tratamiento ortodóncico aumenta considerablemente (pero

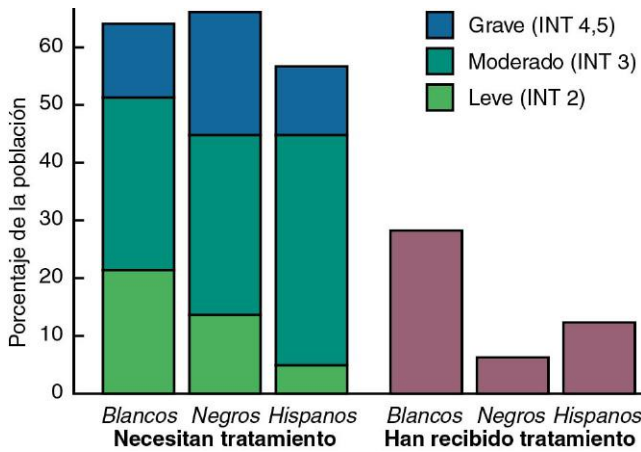


FIGURA 1-20 Necesidad de tratamiento ortodóncico en función de la gravedad del problema entre jóvenes blancos, negros y estadounidenses de origen mexicano de 12-17 años en EE. UU., 1989-1994, y porcentaje de cada grupo que asegura estar recibiendo tratamiento ortodóncico. El menor número de problemas graves entre la población blanca se debe probablemente al mayor número de blancos que reciben tratamiento.

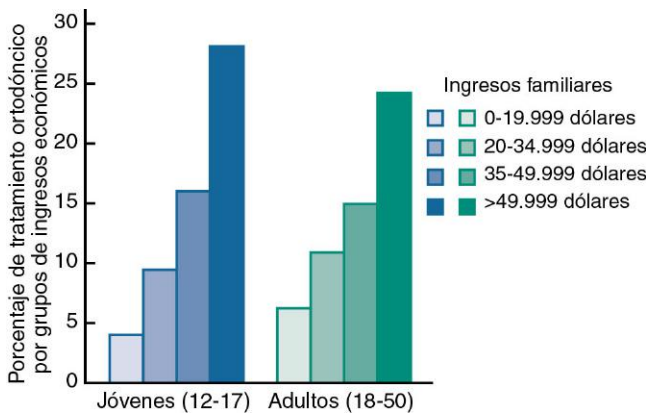


FIGURA 1-21 Porcentaje de la población norteamericana que recibió tratamiento ortodóncico entre 1989 y 1994, en función de los ingresos familiares. Aunque se acepta que la maloclusión grave es un problema importante y todos los estados norteamericanos ofrecen al menos alguna cobertura a los niños más desfavorecidos mediante su programa Medicaid, este solo cubre el tratamiento de un porcentaje muy pequeño de la población. No obstante, casi el 5% de las personas con menos ingresos, y el 10-15% de las personas con ingresos intermedios, han recibido alguna forma de tratamiento ortodóncico. Esto refleja la importancia que se concede al tratamiento ortodóncico (se desea aun cuando mengüen los recursos financieros de las familias menos acomodadas).

aunque se cubran todos los gastos, algunos individuos a los que se les recomienda tratamiento no lo aceptan). Parece probable que en unas condiciones económicas óptimas, la demanda de tratamiento ortodóncico llegue al menos al nivel del 35% del público que lo necesita. El 35-50% de los niños y jóvenes de las zonas socioeconómicas más prósperas de EE. UU. ya ha recibido asistencia ortodóncica.

El tratamiento ortodóncico para adultos era algo muy poco frecuente hasta la segunda mitad del siglo xx. En la década de los sesenta, solo un 5% de todos los pacientes ortodóncicos eran adultos (mayores de 19 años) (fig. 1-22). Hacia 1990, aproximadamente

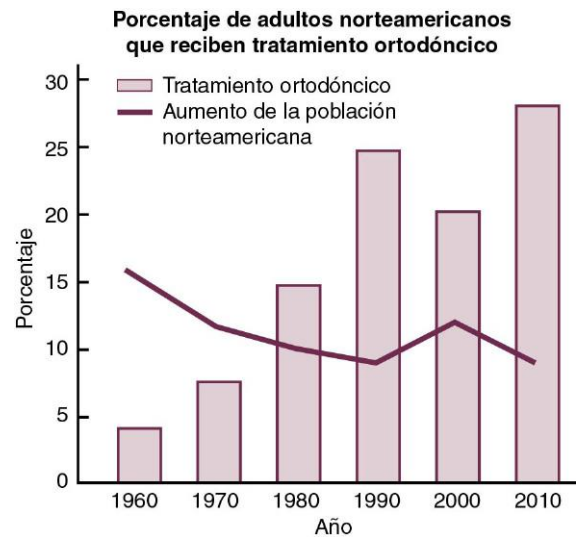


FIGURA 1-22 El número de pacientes adultos ha ido aumentando de manera casi constante desde mediados del siglo xx, cuando casi ningún adulto recibía tratamiento ortodóncico, hasta el presente, en el que los adultos representan el 25-30% de todos los pacientes ortodóncicos. Esto no muestra un paralelismo claro con el aumento del porcentaje en la población total. En la década de los ochenta, un período de descenso de la natalidad, el número creciente de pacientes adultos representó la principal fuente de incremento global de la ortodoncia, mientras que en la década de los noventa, un período en el que volvió a aumentar la natalidad, el número de pacientes adultos aumentó un poco, pero la mayor parte de ese incremento se debió al tratamiento de pacientes infantiles. El número de pacientes adultos ha vuelto a aumentar en la primera década del siglo xxi.

el 25% de todos los pacientes ortodóncicos eran adultos (mayores de 18 años). Curiosamente, la cifra absoluta de adultos que solicitaban tratamiento ortodóncico se mantuvo constante a lo largo de la década siguiente, mientras que la de pacientes más jóvenes aumentó, de manera que hacia el año 2000 la proporción de adultos del total de pacientes ortodóncicos había descendido al 20%, aproximadamente. Los cálculos más recientes (2010) parecen indicar que ha aumentado hasta algo más del 25% del total.

Muchos de estos pacientes adultos afirmaban que querían haberse sometido a tratamiento antes, pero que no pudieron porque sus familias no se lo podían permitir y ahora ellos sí podían. En la actualidad es más aceptable que antes que un adulto lleve un aparato, aunque nadie sabe por qué, lo cual también ha ayudado a que los adultos busquen tratamiento con más facilidad. Recientemente, adultos mayores (de 40 años o más) buscan tratamiento ortodóncico, generalmente en combinación con otros tratamientos, para salvar sus dientes. En 2006, el 4,2% de todos los pacientes ortodóncicos eran mayores de 40 años; el 20% de ese grupo tenía más de 60 años, y la mayoría de los componentes de ese subgrupo de mayor edad eran varones (en todos los demás grupos de edad a partir de la infancia hay una proporción mayor de mujeres). Como consecuencia del envejecimiento de la población, es probable que estos adultos de edad avanzada constituyan el grupo que busca tratamiento ortodóncico que crece con más rapidez.

Muchos de los niños y adultos que buscan un tratamiento ortodóncico actualmente tienen enfermedades dentofaciales dentro del rango normal de variación, al menos según las definiciones que se centran en los grados obvios de discapacidad. Entonces, ¿se considera que el tratamiento no está indicado para aquellos

que tienen menos problemas? Actualmente, las intervenciones médicas y odontológicas cuyo fin es que las personas estén «mejor que bien» o «más allá de lo normal» se denominan *mejoras*. Las mejoras médicas o quirúrgicas típicas son los medicamentos empleados para tratar la disfunción eréctil, los *liftings* faciales y los trasplantes de pelo. En odontología, un buen ejemplo es el blanqueamiento dental.

En este contexto, la ortodoncia se puede considerar en ocasiones como una tecnología de mejora. Cada vez está más aceptado que los tratamientos adecuados incluyan mejoras, para maximizar la calidad de vida de las personas. Si es algo que realmente se desea, y se está convencido de que es necesario, quizá es porque realmente se necesita, ya sea la ortodoncia o cualquier otro tipo de tratamiento. Medicaid/Medicare y muchas aseguradoras han aceptado la realidad de que al menos algunas técnicas de mejora deben ser aceptadas como expensas médicas reembolsables. Del mismo modo, cuando se incluyen los beneficios ortodóncicos en la cobertura médica, la necesidad de un tratamiento ya no se evalúa únicamente según la gravedad de la maloclusión. Balance: las mejoras son tratamientos dentales y ortodóncicos apropiados, al igual que lo son en otros contextos.

En los últimos años, la ortodoncia se ha convertido en una rama cada vez más importante de la odontología, tendencia que es probable se mantenga. Los estudios realizados recientemente sobre los efectos a largo plazo del tratamiento ortodóncico revelan que casi todos los que han recibido este tipo de tratamiento consideran que se han beneficiado del mismo y están satisfechos con los resultados. No todos los pacientes experimentan cambios tan espectaculares en su aspecto dental y facial, pero casi todos reconocen que su dentadura y su bienestar psicológico han mejorado.

Bibliografía

- Corruccini RS, Paciani E. "Orthodontistry" and dental occlusion in Etruscans. *Angle Orthod* 59:61-64, 1989.
- Kingsley NW. *Treatise on Oral Deformities as a Branch of Mechanical Surgery*. New York: Appleton; 1880.
- Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth and fractures of the maxillae. In: *Angle's System*, ed 6. Philadelphia: SS White Dental Mfg Co; 1900.
- Ackerman JL, Proffit WR, Sarver DM. The emerging soft tissue paradigm in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Clin Orthod Res* 2: 49-52, 1999.
- Kelly JE, Sanchez M, Van Kirk LE. An Assessment of the Occlusion of Teeth of Children. Washington, DC: National Center for Health Statistics; 1973. DHEW Publication No. (HRA) 74-1612.
- Kelly J, Harvey C. An Assessment of the Teeth of Youths 12-17 Years. Washington, DC: National Center for Health Statistics; 1977. DHEW Pub No. (HRA) 77-1644.
- Brunelle JA, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-91. *J Dent Res* 75: 706-713, 1996.
- Baume LJ. Uniform methods for the epidemiologic assessment of malocclusion. *Am J Orthod* 66:251-272, 1974.
- Brown T, Abbott AA, Burgess VB. Longitudinal study of dental arch relationships in Australian aboriginals with reference to alternate intercuspation. *Am J Phys Anthropol* 72:49-57, 1987.
- Corruccini RS. Anthropological aspects of orofacial and occlusal variations and anomalies. In: Kelly MA, Larsen CS, eds. *Advances in Dental Anthropology*. New York: Wiley-Liss; 1991.
- Wrangham R. *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*. New York: Basic Books; 2009.
- Shaw WC, Rees G, Dawe M, et al. The influence of dentofacial appearance on the social attractiveness of young adults. *Am J Orthod* 87:21-26, 1985.
- Bresnahan B, Kiyak A, Masters SH, et al. Quality of life and economic burdens of malocclusion in US patients enrolled in Medicaid. *J Am Dent Assn* 141:1202-1212, 2010.
- Meyer-Marcotty P, Gerdes AB, Reuther T, et al. Persons with cleft lip and palate are looked at differently. *J Dent Res* 89:400-404, 2010.
- Jolley C, Huang GJ, Greenlee G, et al. Dental effects of interceptive orthodontic treatment in a Medicaid population: interim results from a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137: 324-333, 2010.
- Macgregor FC. Social and psychological implications of dentofacial disfigurement. *Angle Orthod* 40:231-233, 1979.
- Macfarlane TV, Kenealy P, Kingdon HA, et al. Twenty-year cohort study of health gain from orthodontic treatment: temporomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 192:e1-e8, 2009.
- Jonsson T, Karlsson KO, Ragnarsson B, et al. Long-term development of malocclusion traits in orthodontically treated and untreated subjects. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:277-284, 2010.
- Bollen AM, Cunha-Cruz J, Bakko DW, et al. The effects of orthodontic therapy on periodontal health: a systematic review of controlled evidence. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:413-422, 2008.
- Liu Z, McGrath C, Haag U. The impact of malocclusion/orthodontic treatment need on the quality of life: a systematic review. *Angle Orthod* 79:585-591, 2009.
- Weltman B, Vig KWL, Fields HW, et al. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:462-476, 2010.
- Brook PH, Shaw WC. The development of an index for orthodontic treatment priority. *Eur J Orthod* 11:309-332, 1989.
- Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD, et al. The relationship between the index of treatment need and consensus opinion of a panel of 74 dentists. *Br Dent J* 178:370-374, 1995.
- Proffit WR, Fields HW, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthod Orthogn Surg* 13:97-106, 1998.

DESARROLLO DE LOS PROBLEMAS ORTODÓNCICOS

La maloclusión y la deformidad dentofacial representan desviaciones en el proceso normal de desarrollo, por lo que deben valorarse frente a una perspectiva de desarrollo normal. Dado que el tratamiento ortodóncico suele implicar una manipulación del crecimiento esquelético, la ortodoncia clínica debe basarse no solo en un conocimiento del desarrollo dental, sino también en conceptos más generales sobre el crecimiento físico y el desarrollo fisiológico y psicosocial.

Esta sección se inicia en el capítulo 2 con un comentario sobre los conceptos básicos del crecimiento y el desarrollo. Se incluye

un breve comentario sobre el desarrollo psicológico y se hace hincapié en el desarrollo emocional y cognoscitivo, así como en la forma en que el odontólogo puede utilizar esta información para comunicarse con niños y adolescentes. En los capítulos 3 y 4 se incluye información acerca del crecimiento físico y el desarrollo dental en las diferentes etapas, empezando por el crecimiento prenatal y extendiéndose hasta la vida adulta, en la que los cambios y el desarrollo continúan, aunque a un ritmo más lento. En el capítulo 5 se abordan en profundidad el proceso etiológico de la maloclusión y los problemas especiales de desarrollo de los niños con maloclusión y deformidad dentofacial.

CAPÍTULO

2

CONCEPTOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

CRECIMIENTO: PATRONES, VARIABILIDAD Y CRONOLOGÍA

MÉTODOS PARA ESTUDIAR EL CRECIMIENTO FÍSICO

Métodos de medición

Métodos experimentales

Influencias genéticas en el crecimiento

NATURALEZA DEL CRECIMIENTO ESQUELÉTICO

ZONAS Y TIPOS DE CRECIMIENTO DEL COMPLEJO CRANEOFACIAL

Bóveda craneal

Base del cráneo

Maxilar (complejo nasomaxilar)

Mandíbula

Tejidos blandos faciales

TEORÍAS DE CONTROL DEL CRECIMIENTO

Nivel de control del crecimiento: lugares frente a centros de crecimiento

El cartilago como factor determinante del crecimiento craneofacial

Teoría de crecimiento de la matriz funcional

DESARROLLO SOCIAL Y CONDUCTUAL

Aprendizaje y desarrollo del comportamiento

Fases del desarrollo afectivo y cognoscitivo

Todo odontólogo debe tener amplios conocimientos sobre el crecimiento y el desarrollo craneofaciales. Incluso para quienes nunca trabajan con niños, es difícil comprender los trastornos que presentan los adultos sin conocer los procesos de desarrollo que han dado lugar a esos trastornos. Para quienes mantienen una relación profesional con niños (y casi todos los odontólogos la mantienen, al menos de forma ocasional), es importante distinguir las variaciones normales de los efectos de los procesos anómalos o patológicos. Dado que los odontólogos

y los ortodoncistas no solo tienen mucho que ver con el desarrollo de la dentición, sino con todo el complejo dentofacial, un profesional concienzudo podrá manipular el crecimiento facial en beneficio del paciente. Como es lógico, esto no es posible sin amplios conocimientos de las pautas normales de crecimiento y de los mecanismos implicados en el mismo.

Los mismos términos de *crecimiento* y *desarrollo* pueden llevar a confusión. Aunque están estrechamente relacionados, no son sinónimos. En lenguaje coloquial, el crecimiento suele referirse a un aumento de tamaño, pero tiende a asociarse al cambio más que a cualquier otro concepto. Después de todo, solo si el crecimiento equivale a cambio podremos hablar seriamente de un período de recesión económica como de un período de «crecimiento económico negativo». Dado que algunos tejidos crecen rápidamente y después menguan o desaparecen, una gráfica de crecimiento físico en relación con el tiempo puede incluir una fase negativa. Por otra parte, si definimos el crecimiento únicamente como un proceso de cambio, el término carecerá prácticamente de sentido. En este capítulo, emplearemos el término *crecimiento* para referirnos a un aumento de tamaño o de número. No obstante, en ocasiones el aumento no será de tamaño ni de número, sino de complejidad.

En términos generales, el desarrollo entraña un grado de organización cada vez mayor, a menudo con consecuencias desafortunadas para el entorno natural. En lo que se refiere al crecimiento, el término *desarrollo* se utiliza casi siempre para referirse a un aumento de la complejidad, y así es como lo usaremos en este capítulo. El desarrollo tiene connotaciones de especialización creciente, de modo que uno de los precios que hay que pagar por el aumento de desarrollo es una pérdida de potencial. El crecimiento es fundamentalmente un fenómeno anatómico, mientras que el desarrollo es un fenómeno fisiológico y conductual.

Conviene recordar que, aunque los odontólogos trabajan con estructuras físicas (los dientes y la cara), una de las principales razones del tratamiento ortodóncico son sus efectos psicosociales. Además, se necesita la colaboración del paciente, y para conseguir

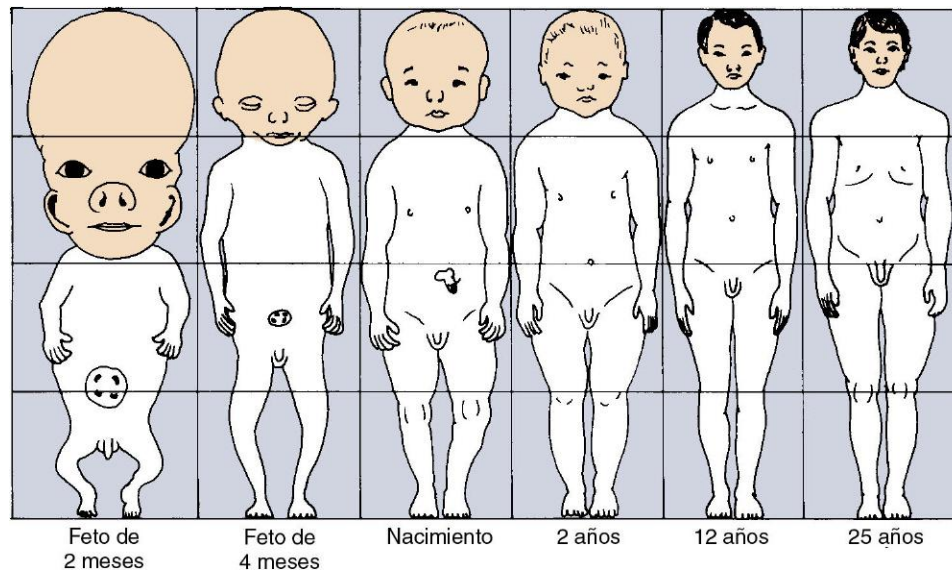


FIGURA 2-1 Representación esquemática de los cambios en las proporciones corporales generales que se producen durante el crecimiento y el desarrollo normales. Después del tercer mes de vida fetal, la contribución proporcional de la cabeza y la cara al tamaño total del cuerpo va disminuyendo progresivamente. (Reproducido a partir de Robbins WJ, et al. *Growth*. New Haven: Yale University Press; 1928.)

la colaboración de niños de diferentes edades hay que conocer bien el desarrollo social y conductual. Tanto el desarrollo fisiológico como el psicosocial son importantes temas de estudio en este capítulo. Por motivos de conveniencia, no porque tengan una mayor importancia intrínseca, presentaremos en primer lugar los conceptos sobre el crecimiento físico y posteriormente revisaremos los factores del desarrollo.

CRECIMIENTO: PATRONES, VARIABILIDAD Y CRONOLOGÍA

En los estudios sobre el crecimiento y el desarrollo, es muy importante el concepto de patrón. En sentido general, el patrón (como el patrón a partir del cual se confeccionan vestidos de diferentes tallas) refleja proporcionalidad, habitualmente de un grupo complejo de proporciones y no solo de una única relación proporcional. En el crecimiento, el patrón representa también la proporcionalidad, pero de una forma aún más compleja, ya que no solo se refiere a un conjunto de relaciones proporcionales en un momento determinado, sino a los cambios que se producen en esas relaciones proporcionales a lo largo del tiempo. En otras palabras, la organización física del cuerpo en un momento dado es un patrón de partes proporcionadas espacialmente. Sin embargo, existe un nivel de organización superior, el patrón de crecimiento, que se refiere a los cambios que experimentan esas proporciones espaciales a lo largo del tiempo.

En la figura 2-1 se representan los cambios que se producen en las proporciones corporales a lo largo del crecimiento y el desarrollo normales. Durante la vida fetal, hacia el tercer mes de desarrollo intrauterino, la cabeza representa casi el 50% de la longitud total del cuerpo. En esa fase, el cráneo es grande en relación con la cara y representa más de la mitad del tamaño total de la cabeza. Por el contrario, las extremidades aún son rudimentarias y el tronco está poco desarrollado. Hasta el momento de nacer, el tronco y las extremidades crecen más rápido que la cabeza y la cara, de manera que proporcionalmente la cabeza disminuye hasta representar el 30% del total del cuerpo. El

patrón general de crecimiento sigue posteriormente esas mismas pautas, con una reducción progresiva del tamaño relativo de la cabeza, hasta llegar al 12% en el adulto, aproximadamente. En el momento de nacer las piernas representan aproximadamente un tercio de la longitud total del cuerpo, mientras que en el adulto representan la mitad. Como se ilustra en la figura 2-1, las extremidades inferiores crecen más que las superiores durante la vida posnatal. Todos estos cambios, que forman parte del patrón normal de crecimiento, reflejan el «gradiente cefalocaudal de crecimiento». Ello quiere decir simplemente que existe un eje de crecimiento en aumento desde la cabeza a los pies.

Otro aspecto del patrón normal de crecimiento es que no todos los órganos y tejidos del cuerpo crecen al mismo ritmo (fig. 2-2). Obviamente, los elementos musculares y óseos crecen con más rapidez que el cerebro y el sistema nervioso central, como queda reflejado por la reducción relativa del tamaño de la cabeza después del nacimiento. El patrón general de crecimiento es un reflejo del crecimiento de los diferentes tejidos que forman el organismo. Para diferenciarlos, una de las razones para los gradientes de crecimiento es que en diversas partes del cuerpo se concentran tejidos diferentes que crecen a ritmos distintos.

Incluso si nos limitamos a la cabeza y a la cara, el gradiente cefalocaudal de crecimiento influye notablemente en las proporciones y provoca cambios en las mismas durante el crecimiento (fig. 2-3). Al comparar las proporciones del cráneo de un recién nacido con el de un adulto, es fácil comprobar que el niño tiene un cráneo relativamente mayor y una cara mucho más pequeña. Este cambio representa un aspecto importante del patrón de crecimiento facial. En el organismo, y también en la cara, se observa un gradiente cefalocaudal de crecimiento. Desde esta perspectiva, no debería sorprendernos que el maxilar inferior, que está más alejado del cerebro, tienda a crecer más y a hacerlo más tarde que el maxilar superior, que se encuentra más cerca.

Un aspecto importante de este patrón es su previsibilidad. Los patrones se repiten siempre, ya sea en la organización de los diferentes azulejos de colores en el diseño de un suelo o en las propor-

ciones esqueléticas que se modifican con el tiempo. Las relaciones proporcionales que existen en un patrón pueden definirse matemáticamente, y la única diferencia entre un patrón de crecimiento y uno geométrico radica en la suma de la dimensión temporal. Si pensamos en un patrón desde este punto de vista, podemos ser más precisos a la hora de definir lo que representa el cambio de

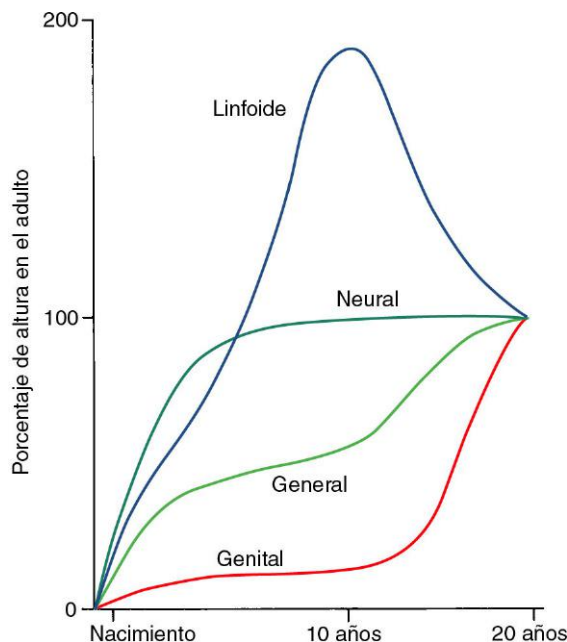


FIGURA 2-2 Curvas de Scammon para el crecimiento de los cuatro tejidos principales del organismo. Como se ve en esta gráfica, el crecimiento de los tejidos neurales casi se ha completado hacia los 6 o 7 años de vida. Los tejidos generales, que comprenden los músculos, los huesos y las vísceras, siguen una curva en forma de S, con una disminución visible del ritmo de crecimiento en la niñez y una aceleración durante la pubertad. Los tejidos linfoides proliferan, superando ampliamente a finales de la infancia la cantidad de tejido de la etapa adulta y sufriendo posteriormente una involución, coincidiendo con la rápida aceleración del crecimiento de los tejidos genitales. (Tomado de Scammon RD. *The measurement of the body in childhood*. In: Harris JA, ed. *The Measurement of Man*. Minneapolis: University of Minnesota Press; 1930.)

un patrón. Está claro que un cambio denotará una alteración en el patrón predecible de relaciones matemáticas. Un cambio en el patrón de crecimiento indicaría una alteración en la secuencia previsible y predecible de cambios que cabe esperar en un individuo.

Un segundo concepto importante para estudiar el crecimiento y el desarrollo es la variabilidad. Obviamente, no todos los individuos son iguales, tanto en su forma de crecer como en otros aspectos. Puede resultar difícil, aunque clínicamente muy importante, decidir si un individuo representa solo un extremo de la variación normal o excede de los límites considerados normales.

En vez de clasificar el crecimiento como normal o anormal, es más útil pensar en términos de desviación de los patrones habituales y cuantificar esa variabilidad. Una forma de hacerlo es comparar a un determinado niño con sus semejantes mediante una tabla de crecimiento estandarizada (fig. 2-4). Aunque las tablas de ese tipo se emplean con frecuencia para valorar la estatura y el peso, puede presentarse de esa misma forma el crecimiento de cualquier parte del cuerpo. La «variabilidad normal», basada en estudios a gran escala realizados con grupos de niños, viene representada por las líneas continuas de las gráficas. Un individuo que correspondiese exactamente al punto medio de la distribución normal se situaría en la línea del 50% de la gráfica. Uno que fuese mayor que el 90% de la población quedaría por encima de la línea del 90%; uno que fuese menor que el 90% de la población quedaría por debajo de la línea del 10%.

Estas tablas pueden emplearse de dos maneras para determinar si el crecimiento es normal o anómalo. En primer lugar, se puede establecer la posición de un individuo en relación con el grupo. Como norma general, podemos decir que un niño que queda por fuera del 97% de la población deberá ser sometido a estudios especiales antes de ser aceptado simplemente como un caso extremo dentro de la población normal. En segundo lugar, y tal vez más importante, las tablas pueden utilizarse para seguir el crecimiento del niño a lo largo del tiempo a efectos de valorar si se produce algún cambio inesperado en el patrón de crecimiento. Un patrón implica predictibilidad. En lo que respecta a las tablas de crecimiento, esto quiere decir que el crecimiento de un niño debe seguir en todo momento la misma línea de percentiles. Si el percentil de la posición de un individuo cambia

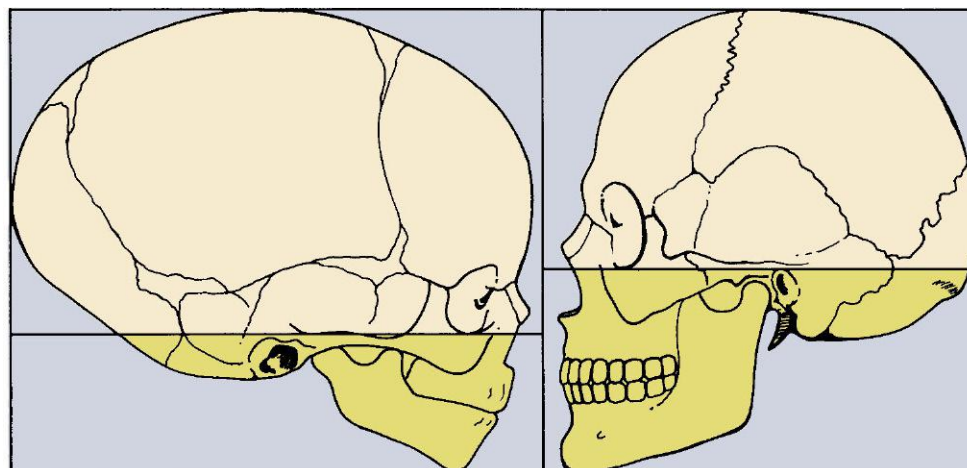


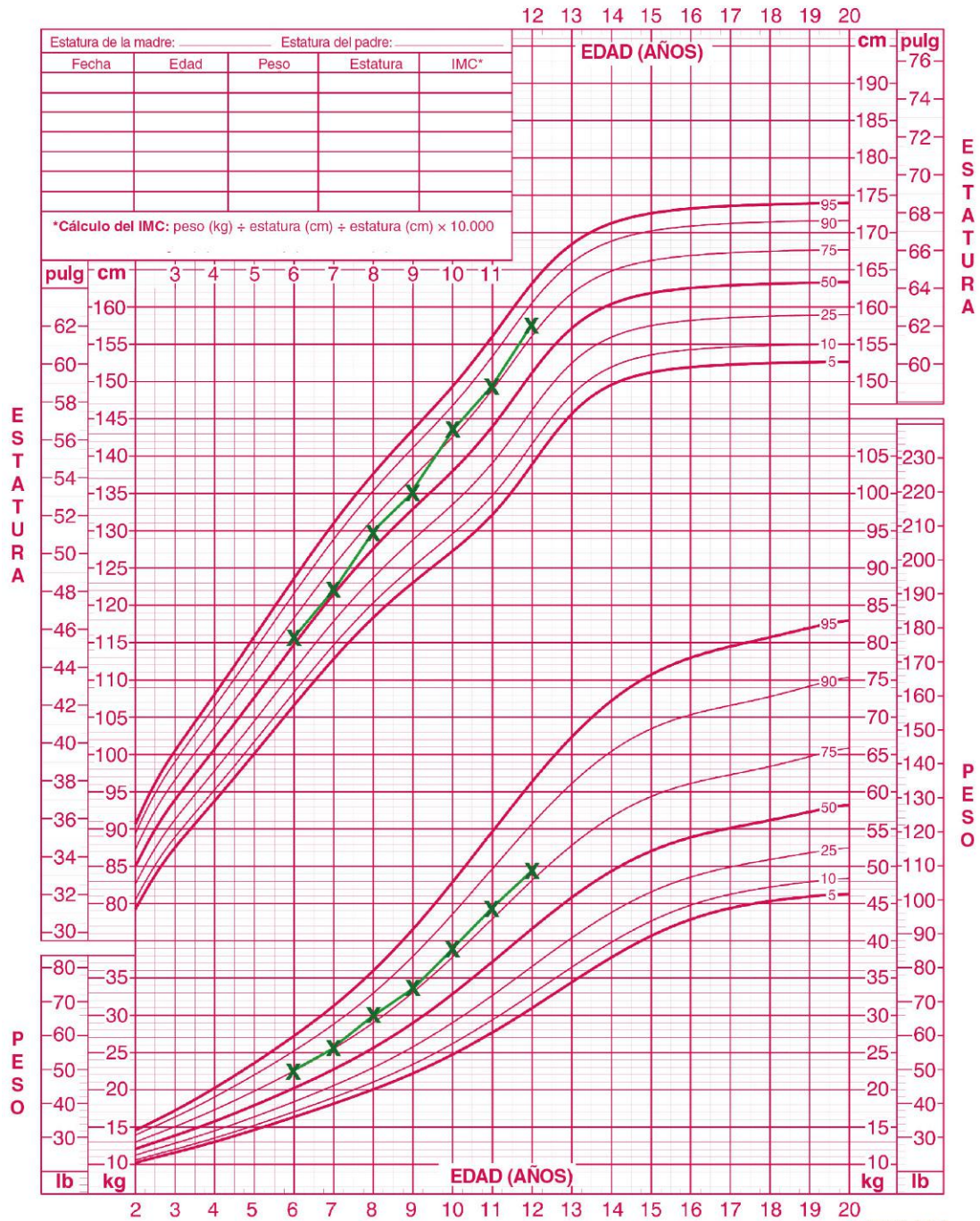
FIGURA 2-3 Cambios producidos en las proporciones de la cabeza y la cara durante el crecimiento. Al nacer, la cara y los maxilares están relativamente poco desarrollados, en comparación con su grado de desarrollo en el adulto. Debido a ello, las estructuras faciales crecen mucho más que las craneales durante la vida posnatal. (Reproducido a partir de Lowery GH. *Growth and Development of Children*. 6th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1973.)

2 a 20 años: chicas

Percentiles de estatura por edad y peso por edad

NOMBRE _____

N.º HISTORIA _____



Publicado el 30 de mayo de 2000 (modificado el 21/11/00).
 FUENTE: Desarrollado por el National Center for Health Statistics en colaboración con el
 National Center for Chronic Diseases Prevention and Health Promotion (2000).
<http://www.cdc.gov/growthcharts>



SAFER • HEALTHIER • PEOPLE™

A

FIGURA 2-4 A. Representación del crecimiento de una chica normal sobre el diagrama femenino. Se puede comprobar que esta chica se ha mantenido aproximadamente en el percentil 75 de estatura y peso durante todo el período de observación.

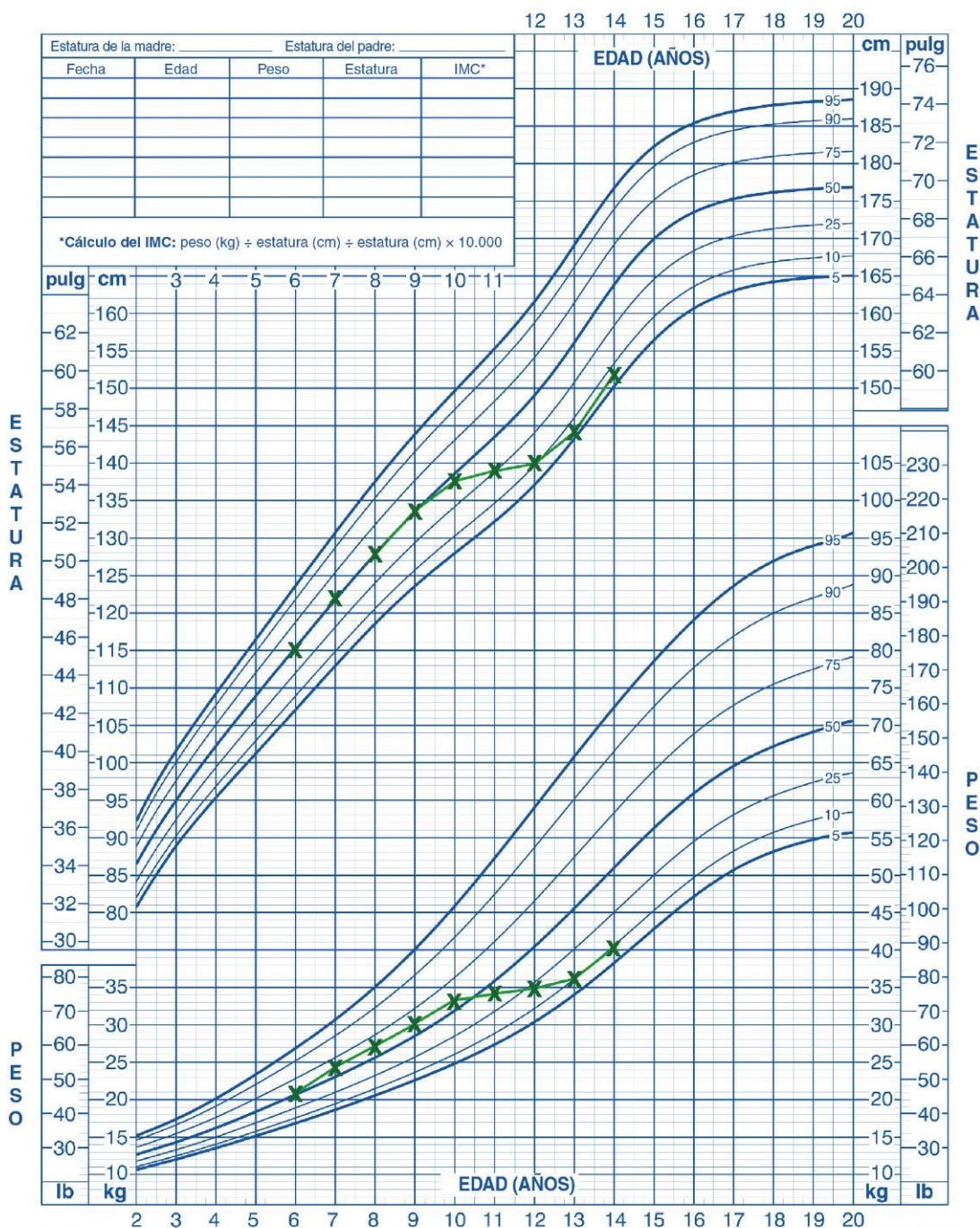
(Continúa)

2 a 20 años: chicos

Percentiles de estatura por edad y peso por edad

NOMBRE _____

N.º HISTORIA _____



Publicado el 30 de mayo de 2000 (modificado el 21/11/00).

FUENTE: Desarrollado por el National Center for Health Statistics en colaboración con el National Center for Chronic Diseases Prevention and Health Promotion (2000).
<http://www.cdc.gov/growthcharts>

SAFER • HEALTHIER • PEOPLE™

B

FIGURA 2-4 (cont.)

B. Crecimiento de un chico que desarrolló un problema médico que afectó a su crecimiento, representado sobre el diagrama masculino. Obsérvese el cambio producido en el patrón de crecimiento (cruce de líneas en el diagrama) entre los 10 y los 11 años, que refleja el impacto de una enfermedad grave sobre el crecimiento que comenzaba en esos momentos, con una recuperación parcial después de los 13 años, pero con un efecto continuado sobre el crecimiento. (Datos tomados de Hamill PVV, et al. National Center for Health Statistics, 1979; diagramas desarrollados por el National Center for Health Statistics en colaboración con el National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; publicado el 30 de mayo de 2000 y revisado el 21/11/00.) (Diagramas disponibles en <http://www.cdc.gov/growthcharts/>.)

en relación con su grupo correspondiente, sobre todo si el cambio es muy marcado (v. fig. 2-4, B), el facultativo debe pensar en la posibilidad de alguna anomalía del crecimiento e investigarla en profundidad. Inevitablemente, existe una zona gris en los extremos de las variaciones normales, en la que resulta difícil determinar si el crecimiento es normal o no.

Por último, otro concepto importante en el crecimiento y el desarrollo físicos es la cronología. Las variaciones pueden afectar al crecimiento de varias formas: por una variación normal, por influencias ajenas a la experiencia normal (p. ej., una enfermedad grave) y por sus efectos en función del momento en que se producen. Las variaciones cronológicas se deben a que un mismo acontecimiento afecta a distintos individuos en momentos diferentes, o considerándolas desde otro punto de vista, que los relojes biológicos de los distintos individuos funcionan de forma diferente.

En los seres humanos, las variaciones cronológicas en el crecimiento y el desarrollo son especialmente evidentes durante la adolescencia. Algunos niños crecen rápidamente y maduran antes, de este modo completan su crecimiento muy pronto y aparecen por ello en la zona alta de las tablas de desarrollo hasta que dejan de crecer y empiezan a ser alcanzados por sus contemporáneos. Otros crecen y se desarrollan con lentitud y parecen quedarse detrás, aunque alcanzan con el tiempo, e incluso superan, a niños que eran más altos. Todos los niños experimentan un «estirón» durante la adolescencia, que se aprecia mejor representando gráficamente los cambios en la estatura o el peso (fig. 2-5), pero ese estirón se produce en un momento diferente en cada individuo.

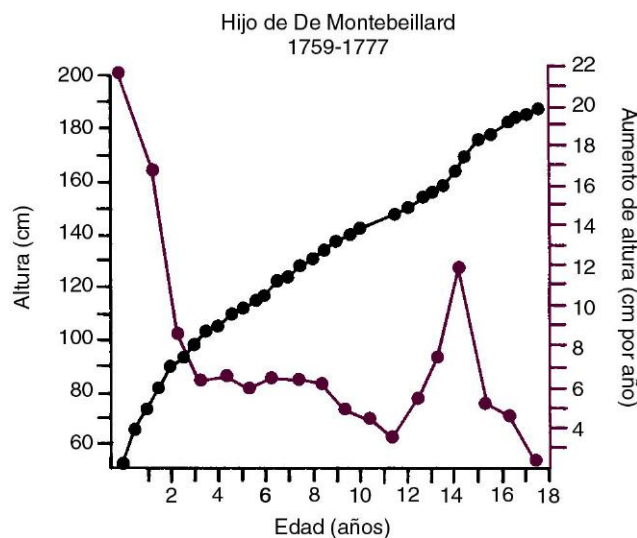


FIGURA 2-5 Se puede representar el crecimiento indicando el peso y la estatura a cualquier edad (línea negra en el diagrama) o la cuantía del cambio producido en un intervalo determinado (línea morada en el diagrama, que muestra los mismos datos que la negra). A una curva como la línea negra se la denomina «curva de distancia», mientras que la línea morada es una «curva de velocidad». La representación gráfica de la velocidad en vez de la distancia permite apreciar mejor las aceleraciones y desaceleraciones que experimenta el ritmo de crecimiento. Estos datos corresponden al crecimiento de un individuo, el hijo de un aristócrata francés de finales del siglo XVIII, cuyo crecimiento siguió el patrón típico. Obsérvese la aceleración durante la adolescencia, que en este individuo se produjo a la edad de 14 años. (Datos tomados de Scammon, Amer F Phys Anthropol, 1927.)

Los efectos del crecimiento como consecuencia de la variación cronológica pueden apreciarse mejor en las chicas, en las que el comienzo de la menstruación (menarquía) es un excelente indicador del inicio de la madurez sexual. La maduración sexual va acompañada de una aceleración del crecimiento. Si comparamos en la figura 2-6 las curvas de velocidad de crecimiento para niñas con una maduración precoz, normal o tardía, se evidencian las grandes diferencias de tamaño entre las mismas. A los 11 años, la niña que ha madurado precozmente ya ha sobrepasado el nivel máximo de su estirón puberal, mientras que la niña de maduración tardía aún no ha empezado a crecer con rapidez. Este tipo de variación cronológica se produce en muchos aspectos tanto del crecimiento como del desarrollo y puede contribuir notablemente a la variabilidad.

Aunque la edad suele medirse cronológicamente como el tiempo transcurrido desde el nacimiento o la concepción, también es posible medir la edad biológicamente, en términos de progresión hacia los diferentes marcadores o fases de desarrollo. Se puede reducir la variabilidad cronológica, empleando la edad de desarrollo en vez de la edad cronológica como expresión del nivel de desarrollo de un individuo. Por ejemplo, si se realiza una nueva gráfica con los datos del aumento de estatura en las niñas, utilizando la menarquía como punto cronológico de referencia (fig. 2-7), podemos observar que las que maduran precoz, normal o tardíamente siguen en realidad un patrón de crecimiento muy parecido. En esta gráfica, se sustituye el tiempo cronológico por la fase de desarrollo sexual, utilizando una escala de tiempo biológico, y se demuestra que el patrón se expresa en momentos cronológicamente diferentes, pero no en momentos fisiológicamente diferentes. Este método es muy útil a la hora de valorar el estado de crecimiento de un niño, debido a la posibilidad de

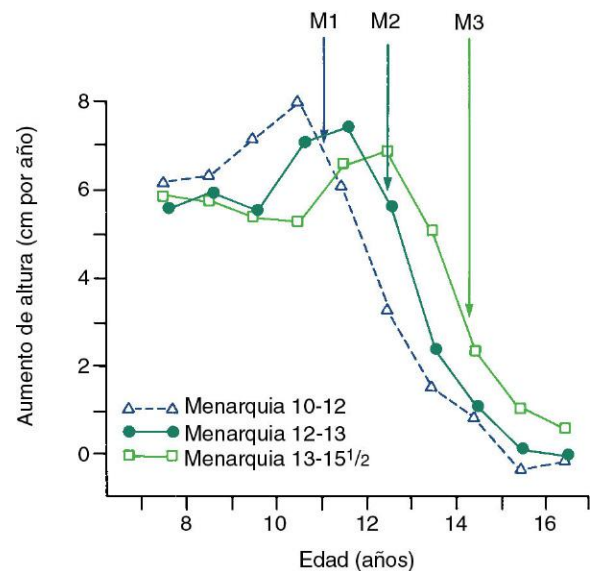


FIGURA 2-6 Curvas de velocidad de crecimiento para chicas de maduración precoz, normal y tardía. Es muy interesante observar que cuanto más pronto se produce el estirón puberal, más intenso parece ser. Obviamente, a los 11 o 12 años de edad, una niña que madura precozmente es considerablemente más alta que una que madura más tarde. En cada caso, el comienzo de la menstruación (menarquía) (M1, M2, M3) se produjo después del pico de velocidad máxima de crecimiento.

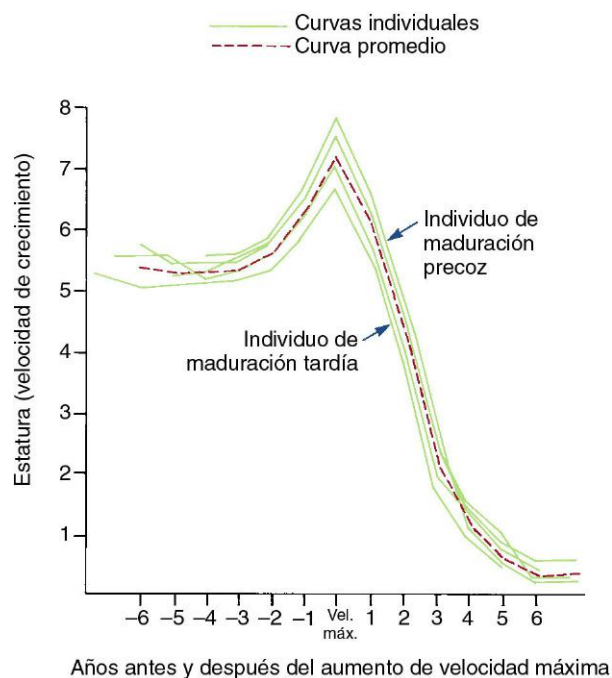


FIGURA 2-7 Curvas de velocidad correspondientes a cuatro chicas que tuvieron la menarquia en momentos muy diferentes, modificadas utilizando la menarquia como punto cronológico de partida. Se puede observar que los patrones de crecimiento son muy similares en todos los casos, correlacionándose todas las variaciones con el paso del tiempo.

reducir la variabilidad cronológica cuando se emplea la edad biológica o de desarrollo.

MÉTODOS PARA ESTUDIAR EL CRECIMIENTO FÍSICO

Antes de iniciar el estudio de los datos de crecimiento, conviene tener una idea razonable de la forma en que se obtienen dichos datos. Existen dos métodos básicos para estudiar el crecimiento físico. El primero se basa en técnicas de medición de los animales vivos (incluidos los seres humanos), con la implicación de que el método de medición no es perjudicial y de que el animal podrá ser utilizado para otras mediciones posteriores. El segundo método se basa en experimentos en los que se manipula el crecimiento de alguna manera, lo que implica que habrá que estudiar al sujeto experimental con algún detalle y que ese estudio detallado puede resultar destructivo. De ahí que estos estudios experimentales se reserven a especies no humanas.

Métodos de medición

Toma de datos de las mediciones

Craneometría. El primero de los métodos de medición para estudiar el crecimiento, con el que se inició la antropología física, es la craneometría, que se basa en la medición de los cráneos procedentes de restos esqueléticos humanos. La craneometría se empleó originalmente para estudiar los cráneos

de los hombres de Neanderthal y Cro-Magnon encontrados en cuevas europeas durante los siglos XVIII y XIX. Ese material óseo ha permitido reunir gran cantidad de información sobre poblaciones extinguidas y averiguar algo acerca de sus patrones de crecimiento al comparar unos cráneos con otros. La craneometría tiene la ventaja de que permite efectuar mediciones bastante exactas sobre cráneos disecados; presenta el importante inconveniente de que para los estudios del crecimiento todos estos datos deben ser necesariamente sometidos a análisis de corte transversal, lo cual significa que, aunque en la población estén representadas diferentes edades, un mismo individuo solo puede ser medido en un momento determinado.

Antropometría. También es posible medir las dimensiones esqueléticas en los individuos vivos. En esta técnica, denominada *antropometría*, se miden en individuos vivos diversos parámetros establecidos en estudios con cráneos disecados, utilizando simplemente las zonas de tejido blando que recubren los puntos óseos de referencia. Por ejemplo, se puede medir la longitud del cráneo desde un punto del puente de la nariz hasta un punto de la convexidad máxima de la parte posterior del cráneo. Esta medición puede efectuarse sobre un cráneo disecado o en un individuo vivo, pero los resultados diferirán, debido al espesor de los tejidos blandos que recubren ambos puntos de referencia. Aunque la presencia de los tejidos blandos introduce una variación, la antropometría permite seguir directamente el crecimiento de un individuo, repitiendo las mismas mediciones en momentos diferentes. Se obtienen así datos longitudinales: medidas repetidas del mismo individuo. En los últimos años, los estudios antropométricos de Farkas han proporcionado nuevos y valiosos datos sobre las proporciones faciales humanas y sus cambios a lo largo del tiempo.¹

Radiología cefalométrica. La tercera técnica de medición, la radiología cefalométrica, tiene una importancia considerable, no solo en el estudio del crecimiento, sino también en la valoración clínica de los pacientes ortodóncicos. Esta técnica se basa en una orientación exacta de la cabeza antes de realizar una radiografía con ampliación controlada. Este método permite combinar las ventajas de la craneometría y de la antropometría y medir directamente las dimensiones esqueléticas óseas, ya que en las radiografías se puede visualizar el hueso a través de los tejidos blandos que lo recubren, lo que permite además llevar a cabo un seguimiento del individuo a lo largo del tiempo. Los estudios de crecimiento se llevan a cabo con una superposición de un modelo digital o trazador de un cefalograma posterior sobre un cefalograma anterior, de manera que se pueden medir los cambios. De esta manera se pueden observar las localizaciones y el grado de crecimiento (fig. 2-8). Las técnicas de superposición cefalométricas se describen en el capítulo 6.

La radiología cefalométrica tiene el inconveniente de que produce una representación bidimensional (2-D) de una estructura tridimensional (3-D), de forma que aunque se coloque bien la cabeza, no es posible realizar todas las mediciones. Esto puede solventarse en alguna medida tomando más de una radiografía con diferentes orientaciones y utilizando la triangulación para calcular distancias oblicuas. El patrón general de crecimiento craneofacial era conocido gracias a los estudios craneométricos y antropométricos antes de que se inventase la radiología cefalométrica, pero gran parte de los conocimientos

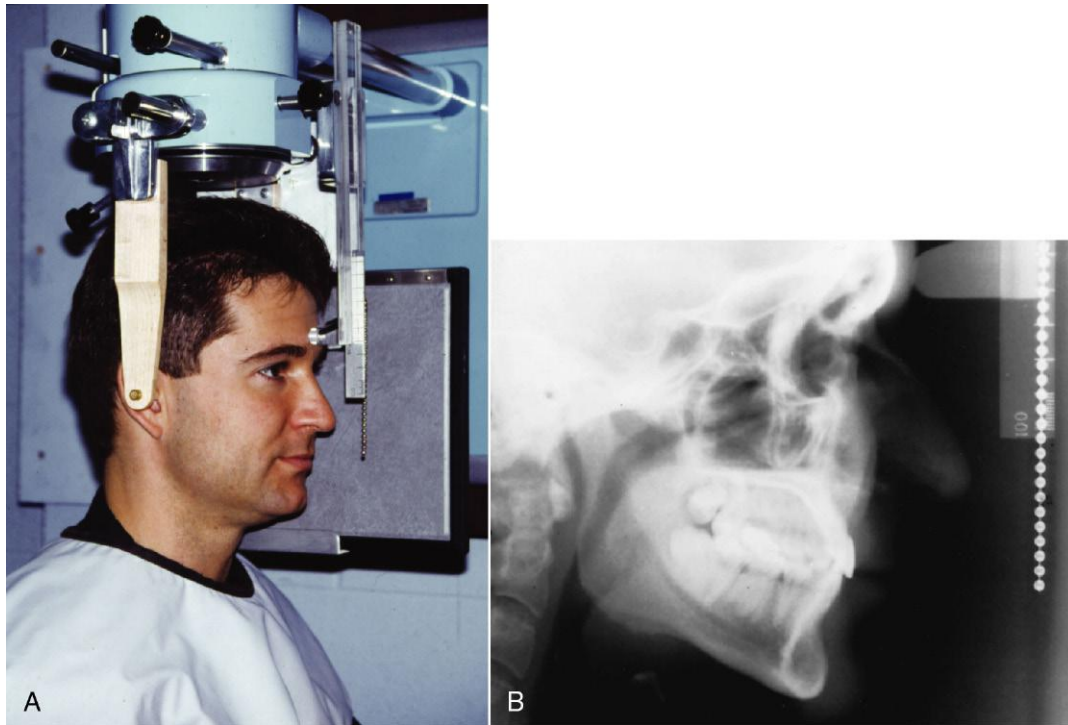


FIGURA 2-8 A. La radiografía cefalométrica recibe este nombre por la utilización de un dispositivo para colocar la cabeza con una orientación muy precisa. Ello implica que se pueden establecer comparaciones válidas entre las dimensiones exteriores e interiores en miembros de un mismo grupo de población, o que es posible medir a un mismo individuo en dos momentos diferentes, ya que se puede reproducir la misma orientación de la cabeza. B. Esta placa se ha tomado con la cabeza en posición natural (v. capítulo 6 para una descripción de la técnica con este posicionamiento de cabeza).

actuales sobre el crecimiento craneofacial se basan en los estudios cefalométricos.

Imágenes en tres dimensiones. Actualmente, se obtienen nuevas informaciones mediante la aplicación de técnicas de imágenes en tres dimensiones. La tomografía axial computarizada (TAC o más frecuentemente tomografía computarizada [TC]) permite reconstrucciones del cráneo y de la cara en 3-D, y este método se ha empleado durante años para la planificación de tratamientos quirúrgicos en pacientes con deformidades faciales (fig. 2-9). En años recientes se ha empleado con más frecuencia el haz de cono que la TC axial para efectuar imágenes faciales. Esto permite reducir considerablemente la dosis de radiación y los costes de la exploración. La TC de haz cónico (TCHC) permite examinar a los pacientes con una exposición a la radiación mucho más parecida a la dosis que representa un cefalograma. La superposición de imágenes en 3-D es mucho más difícil que las superposiciones empleadas con radiografías cefalométricas en 2-D, pero métodos desarrollados recientemente están superando esta dificultad (fig. 2-10).² La resonancia magnética (RM) proporciona también imágenes en 3-D que pueden ser útiles en estudios de crecimiento, con la ventaja de que con esta técnica no hay exposición a radiación. Este método ya ha sido aplicado para el análisis de los cambios de crecimiento producidos por aplicaciones funcionales.³ Actualmente, la fotografía tridimensional permite realizar mediciones mucho más exactas de las dimen-

siones y los cambios de los tejidos blandos de la cara (fig. 2-11).⁴ Casi con toda seguridad, en un futuro próximo se añadirán a los conocimientos de los patrones de crecimiento exámenes en 3-D más detallados de los cambios en pacientes en crecimiento.

Análisis de los datos de las mediciones

Tanto los datos antropométricos como los cefalométricos pueden expresarse en forma de corte transversal en vez de longitudinal. Obviamente, sería mucho más fácil y rápido realizar un estudio de corte transversal recogiendo datos de cualquier individuo e incluyendo a sujetos de diferentes edades, en vez de emplear muchos años en un estudio que midiese repetidamente a los mismos individuos. Ese es el motivo de que casi todos los estudios sean de corte transversal. Sin embargo, cuando se usa este método, la variabilidad dentro de la misma muestra puede enmascarar detalles sobre el patrón de crecimiento, sobre todo cuando no se corrige la variación cronológica (fig. 2-12). En un estudio de corte transversal solo se apreciarían las fluctuaciones que pueden producirse en la curva de crecimiento de casi todos los individuos, siempre que se produjeran en el mismo momento en todos ellos, lo cual es muy poco probable. Los estudios longitudinales son eficaces porque permiten obtener gran cantidad de información a partir de un número relativamente pequeño de sujetos, menor del que se precisaría en un estudio de corte transversal. Además, los datos longitudinales permiten apreciar mejor las variaciones

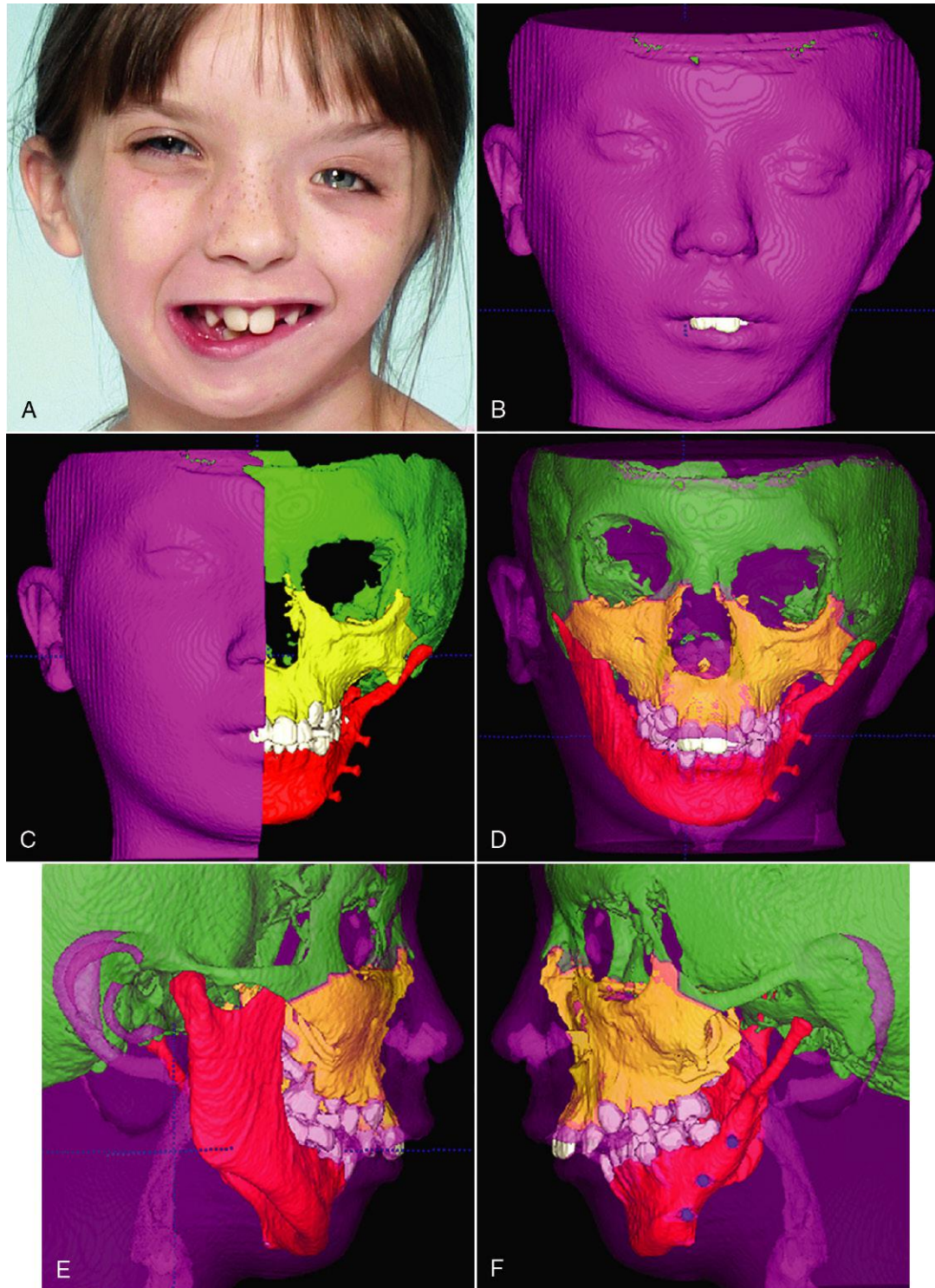


FIGURA 2-9 Las imágenes de tomografía computarizada (TC) son la mejor manera de determinar los detalles de las deformidades esqueléticas. Estas imágenes de una niña de 9 años (**A**) con una microsomía hemifacial grave (y previas al tratamiento quirúrgico para la reconstrucción del lado afectado de su mandíbula) ilustran cómo las imágenes de TC pueden mostrar tanto los contornos de la piel como de las relaciones óseas. Se puede añadir color a las diferentes estructuras para su mejor visualización (**B**) y se pueden transparentar las superficies (como en **C** y en **F**) para mostrar las estructuras esqueléticas por debajo. Imágenes de este tipo facilitan en gran medida la planificación de los tratamientos quirúrgicos. (Por cortesía del Dr. L. Cevidanes.)

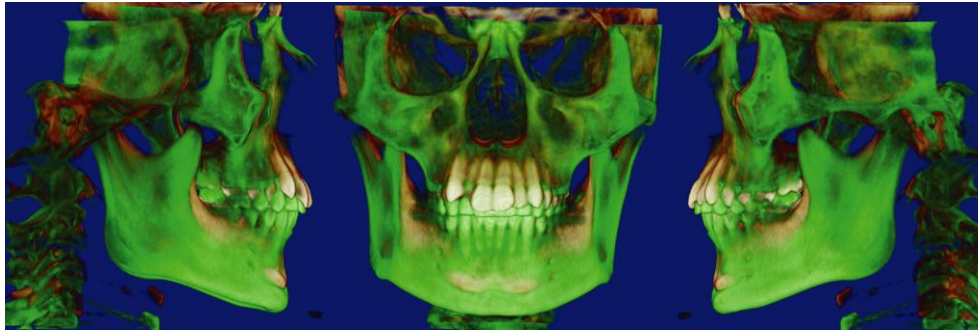


FIGURA 2-10 La superposición de imágenes tomográficas plantea más dificultades que la superposición de calcos cefalométricos, pero sigue siendo imprescindible para cuantificar los cambios y puede servir para visualizar dichos cambios con gran detalle. Estas imágenes se basan en una superposición de dos imágenes volumétricas registradas sobre la base craneal. Se ha superpuesto el volumen postratamiento, en color verde, sobre el volumen postratamiento, en marrón. Los cambios se han debido a una combinación del crecimiento y el tratamiento. Los cambios más llamativos han sido el crecimiento anteroinferior del maxilar inferior y la erupción de los dientes superiores. (Por cortesía de los Drs. C. Nurko y D. Grauer.)



FIGURA 2-11 Imágenes de una misma fotografía obtenida con una cámara 3dMD. Con la misma exposición de la cabeza se pueden capturar diferentes imágenes de perfil, oblicuas y frontales, así como medir con gran exactitud las dimensiones y proporciones de los tejidos blandos en cualquiera de las orientaciones de la cara, lo que convierte la cámara 3-D en una herramienta de investigación muy útil.

individuales, en especial las producidas por los efectos del paso del tiempo.

Los datos obtenidos en las mediciones pueden presentarse gráficamente de diferentes formas, y con frecuencia es posible discernir los cambios en el crecimiento modificando el método de presentación. Por ejemplo, ya hemos visto que los datos del crecimiento pueden indicarse expresando el tamaño alcanzado en función de la edad, lo que se conoce como curva de «distancia», o con una curva de «velocidad», que no indica la estatura total, sino el aumento producido cada año (v. fig. 2-5). Los cambios en la velocidad de crecimiento se aprecian mucho mejor en la curva de velocidad.

Pueden aplicarse otras transformaciones matemáticas a los datos del crecimiento para facilitar su comprensión. Por ejemplo, el crecimiento ponderal de un embrión en una fase precoz sigue una curva logarítmica o exponencial, ya que el crecimiento se basa en la división de las células; cuanto mayor es el número de células, más divisiones celulares pueden producirse. Si se presentan los mismos datos utilizando el logaritmo del peso, se obtiene una gráfica en línea recta (fig. 2-13), lo que demuestra que el ritmo de multiplicación celular en el embrión se mantiene más o menos constante.

D'Arcy Thompson⁵ utilizó hace muchos años transformaciones matemáticas más complejas para demostrar similitudes en los cambios de las proporciones y del crecimiento que no se habían sospechado con anterioridad (fig. 2-14). Para poder interpretar

correctamente los datos tras las transformaciones matemáticas, es necesario saber cómo se han transformado los datos, pero este método resulta muy útil para desentrañar los conceptos del crecimiento. La lectura de la presentación clásica de Thompson sigue siendo estimulante.

Métodos experimentales

Tinción vital

Se ha obtenido una gran cantidad de información acerca del crecimiento esquelético por medio de una técnica a la que se denomina *tinción vital*, y en la que se inyectan a animales colorantes que tiñen los tejidos mineralizados (o, en ocasiones, los tejidos blandos). Estos tintes se fijan a los huesos y los dientes y pueden detectarse al sacrificar al animal. Este método fue ideado por John Hunter, el gran anatomista inglés del siglo XVIII. Hunter observó que los huesos de los cerdos que comían ocasionalmente residuos textiles solían teñirse de una forma muy interesante. Descubrió que el agente activo era un tinte llamado *alizarina*, que sigue usándose en la actualidad en estudios de tinción vital. La alizarina reacciona intensamente con el calcio en las zonas en las que se está calcificando el tejido óseo. Dado que esas son las zonas de crecimiento esquelético activo, el colorante marca al ser inyectado los puntos en los que se estaba produciendo un crecimiento activo. El hueso se remodela con rapidez, y también se pueden identificar las zonas en las que se está eliminando hueso, ya que se

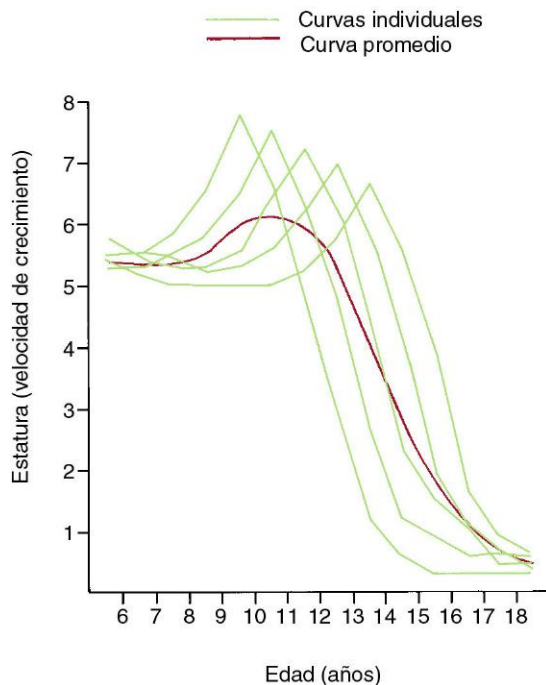


FIGURA 2-12 Si se representan en una escala cronológica los datos de la velocidad de crecimiento de un grupo de individuos con aceleraciones del crecimiento puberal en momentos diferentes, se observa que la curva promedio no es una representación exacta del patrón de crecimiento de ningún individuo en particular. Esta moderación de la variación individual es una característica de los datos de corte transversal y una limitación importante para el empleo de este sistema en los estudios de crecimiento. Solo si seguimos a un individuo a lo largo del tiempo en un estudio longitudinal, podremos apreciar los detalles de los patrones de crecimiento.

ha eliminado de esas zonas materia viva teñida (fig. 2-15). Están disponibles estudios muy detallados en animales experimentales sobre los cambios óseos en el desarrollo craneofacial, a partir de trabajos realizados en el National Institute of Dental Research.⁶

Aunque en los seres humanos no es posible llevar a cabo estudios de tinción vital, sí se puede producir en los mismos un fenómeno de tinción vital. Muchos niños nacidos a finales de los años cincuenta y principios de los sesenta recibieron tetraciclinas como tratamiento para diversas infecciones recidivantes. Se descubrió demasiado tarde que las tetraciclinas son una excelente tinción vital, que se une al calcio en las zonas de crecimiento igual que la alizarina. El cambio de coloración que se produce en los incisivos tras la administración de tetraciclina cuando los dientes están mineralizándose ha supuesto un desastre estético para algunas personas (fig. 2-16). Aunque esto no debería ocurrir en la actualidad, todavía se observa ocasionalmente.

Con la aparición de los trazadores radiactivos, ha sido posible utilizar casi cualquier metabolito radiomarcado que se incorpore a los tejidos como una especie de tinción vital. Por supuesto, su distribución debe detectarse merced a la débil radiactividad que desprenden en la zona en la que se han incorporado. Puede utilizarse el isótopo Tc^{99m} , emisor de radiaciones γ , para detectar zona de crecimiento óseo rápido en los seres humanos, si bien las imágenes obtenidas son más útiles en

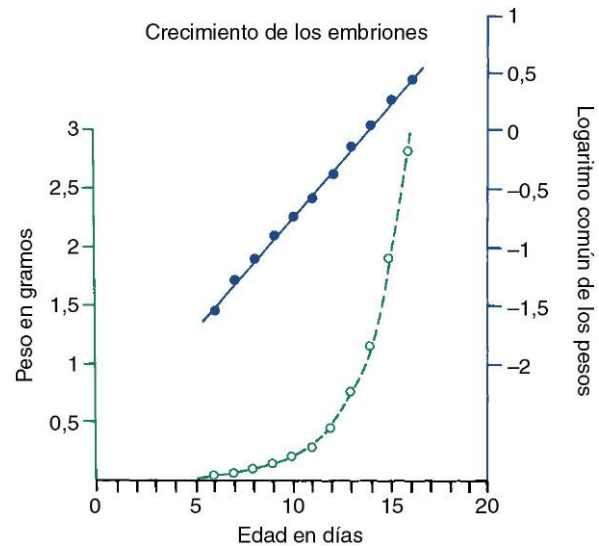


FIGURA 2-13 Datos sobre el aumento ponderal en embriones jóvenes; se han representado en verde dichos datos y en azul la conversión logarítmica de los mismos. En esta fase, el peso del embrión aumenta espectacularmente, pero, como demuestra la línea recta tras la conversión, el ritmo de multiplicación de las células se mantiene bastante constante. Al haber más células presentes, se pueden producir más divisiones, y el peso aumenta más rápidamente. (Tomado de Lowery GH. *Growth and Development of Children*. 8th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1986.)

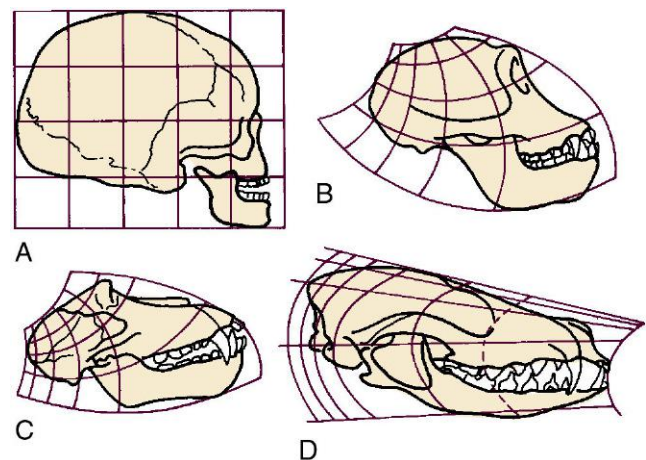


FIGURA 2-14 A principios de la década de 1900, D'Arcy Thompson demostró que se podían representar mediante la transformación matemática de una cuadrícula los cambios en la forma de la cara del hombre (A) y en la de un chimpancé (B), un mono (C), un perro (D) u otros animales. La aplicación de este método permitió descubrir similitudes anteriormente insospechadas entre las distintas especies. (Reproducido a partir de Thompson DT. *On Growth and Form*. Cambridge: Cambridge University Press; 1961.)

el diagnóstico de los problemas localizados del crecimiento (v. capítulo 19) que en el estudio de los patrones de crecimiento. En la mayoría de los estudios de crecimiento se emplea la técnica autorradiográfica para detectar el material radiomarcado en los tejidos de los animales experimentales; se coloca una

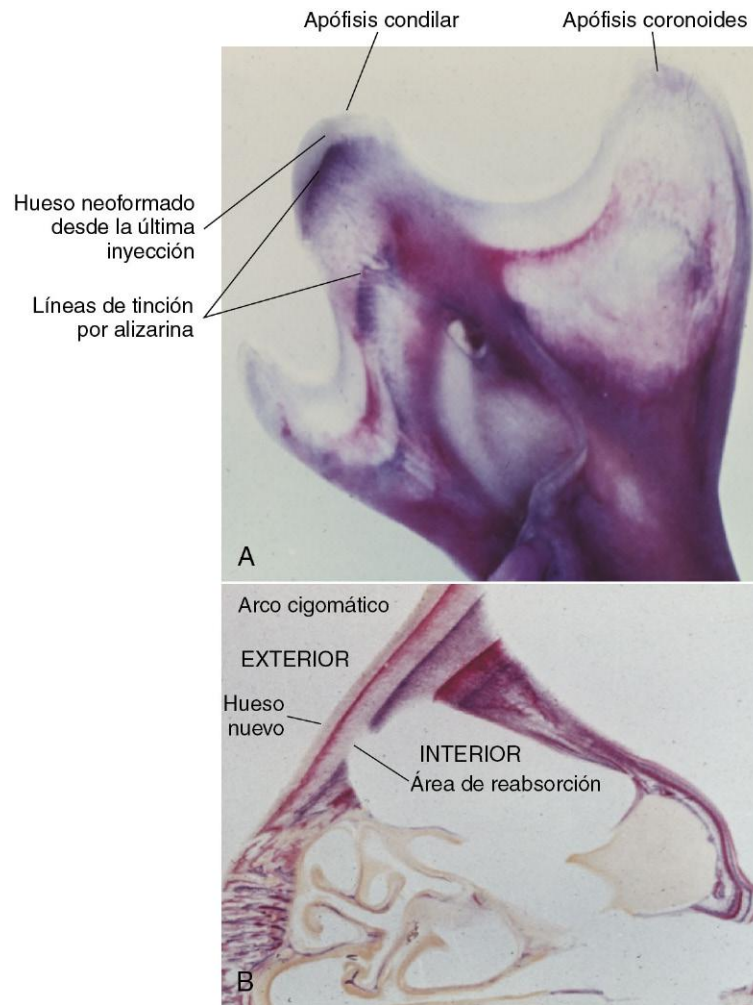


FIGURA 2-15 **A.** Mandíbula de una rata que recibió cuatro inyecciones de alizarina (rojo-azul-rojo-azul) a intervalos de 2 semanas y fue sacrificada 2 semanas después de la última inyección (por ello el hueso formado desde ese momento es blanco). La remodelación del hueso de forma simultánea a su crecimiento enturbia algunas de las líneas de hueso intensamente coloreado por cada inyección, pero se pueden ver con claridad las líneas secuenciales rojo-azul en la apófisis condilar. **B.** Corte a través del arco cigomático, correspondiente al mismo animal. El arco cigomático crece hacia fuera por aposición de hueso sobre la superficie exterior y eliminación de la superficie interior. Las interrupciones de las líneas de tinción en la superficie interior muestran claramente las zonas en las que se está eliminando tejido óseo. Lo que era la superficie exterior del arco cigomático en un momento dado se convierte en la superficie interior en un tiempo relativamente corto, y posteriormente desaparece.

película de emulsión fotográfica sobre un corte fino de tejido que contenga el isótopo y se expone a la radiación en la oscuridad. Una vez revelada la película, se puede visualizar la situación de la radiación, que indica la zona en que se está produciendo el crecimiento, al observar el corte de tejido a través de la película superpuesta (fig. 2-17).

Radiografía de implantes

Otro método experimental, aplicable a estudios con seres humanos, es la radiografía de implantes. En esta técnica, se colocan agujas metálicas inertes en cualquiera de los huesos del esqueleto, incluidos los faciales y maxilares. Dichas agujas son bien toleradas por el esqueleto y se incorporan permanentemente al hueso sin ningún problema y se ven fácilmente en un cefalograma (fig. 2-18). Si se colocan implantes metálicos en los maxilares, se logra un incremento considerable en la precisión del análisis

cefalométrico longitudinal del patrón de crecimiento. Este método de estudio, muy utilizado por el profesor Arne Björk y sus colaboradores en el Royal Dental College de Copenhague (Dinamarca), y muy empleado allí por los investigadores (v. capítulo 4), ha aportado nuevos e importantes datos sobre los patrones de crecimiento de los maxilares. Antes de emplear implantes en los estudios radiológicos, se subestimaba la importancia de los cambios de remodelación en la forma de los huesos maxilares y se ignoraba el patrón de crecimiento rotacional de la mandíbula que se describe en el capítulo 4.

En la actualidad, la evaluación precisa del crecimiento dentofacial en el ser humano mediante el empleo de cefalogramas de implantes ha sido ampliamente superado por las imágenes en 3-D por TC o RM, pero el empleo de implantes aún puede ser útil como marcador para las superposiciones.



FIGURA 2-16 Tinción tetraciclínica de los dientes de un niño que recibió dosis elevadas de tetraciclina a causa de infecciones repetidas de las vías respiratorias altas durante su primera infancia. Por la localización de la tinción, es evidente que la tetraciclina no fue administrada durante la lactancia, sino que las grandes dosis empezaron cuando estaban a medio formar las coronas de los incisivos centrales, aproximadamente a los 30 meses de vida.

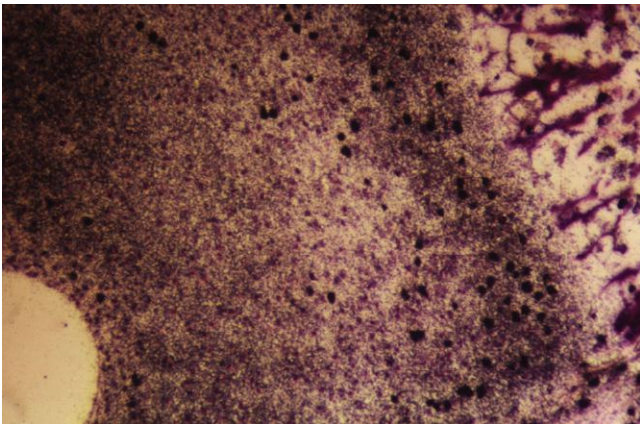


FIGURA 2-17 Autorradiografías de huesos de feto de rata en cultivo orgánico, con prolina C^{14} y timidina H^3 en el medio de cultivo. La timidina se incorpora al ADN, que se replica cuando una célula se divide, de modo que los núcleos marcados son los que sufrieron alguna mitosis durante el cultivo. Dado que la prolina es un componente importante del colágeno, el marcado citoplásmico señala las zonas en las que se ha incorporado la prolina, fundamentalmente en el colágeno secretado extracelularmente.

Influencias genéticas en el crecimiento

Los rápidos avances en el campo de la genética molecular nos están proporcionando nuevos datos sobre el crecimiento y su control. Por ejemplo, se ha podido comprobar que los genes homeobox *Msx* (conocidos por su importancia crucial en el establecimiento del plan corporal, la formación de patrones y la morfogenia) se expresan de manera diferencial en el crecimiento del maxilar inferior. *Msx1* se expresa en el hueso basal pero no en el proceso alveolar, mientras que *Msx2* se expresa intensamente en este último.⁷ Actualmente, sabemos que una disminución de actividad en la vía Hedgehog provoca holo-

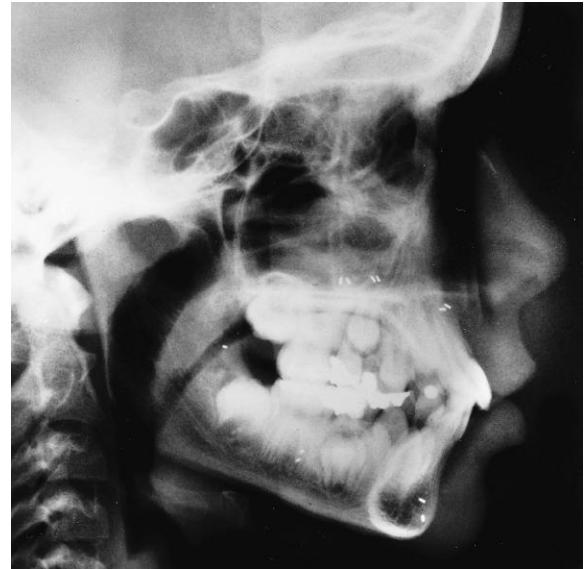


FIGURA 2-18 Radiografía cefalométrica lateral procedente de los archivos de los estudios implantológicos de Björk, en la que puede verse a un paciente con seis implantes superiores y cinco inferiores de tantalio. (Por cortesía del Departamento de Ortodoncia, Universidad de Copenhague, Dinamarca.)

prosencefalia (falta de desarrollo de la nariz) e hipertelorismo, y que un exceso de actividad por un truncamiento de los cilios primarios de las células de la cresta neural craneal produce hipertelorismo y displasia frontonasal.⁸ Recientemente, se ha comprobado también que la señalización Hedgehog actúa en dos pasos diferentes de la morfogenia discal: el inicio del cóndilo y la separación de disco y cóndilo durante la formación de la articulación temporomandibular (ATM).⁹ El funcionamiento correcto de las familias de factores de crecimiento y sus receptores homólogos resulta esencial para la regulación de los procesos embrionarios de crecimiento de las células y desarrollo de los órganos, así como para innumerables procesos posnatales como el crecimiento, la cicatrización de las heridas, la remodelación del hueso y la homeostasia.

La interacción entre los diferentes tejidos dentro del complejo craneofacial crea otro nivel más de regulación del crecimiento y del desarrollo. Un ejemplo de esto sería la convergencia del desarrollo de los músculos que se insertan en la mandíbula y las áreas óseas a las que se insertan. A la vez que existe un número de genes involucrados en la determinación del tamaño mandibular, las alteraciones genéticas en el desarrollo muscular y funcional se traducen en cambios en las fuerzas que se ejercen sobre las áreas óseas donde se insertan los músculos, y esto conlleva a modificaciones esqueléticas tales como el proceso coronoideo o el área del ángulo gonial de la mandíbula. Las alteraciones genéticas que afectan a los músculos también afectarían a estas áreas esqueléticas. Para entender esto se deben identificar los genes específicos involucrados y deducir cómo se modifica su actividad, aunque ya es conocido que la expresión genética puede ser regulada por el estrés mecánico.

Un mejor conocimiento de cómo responderán al tratamiento los pacientes con problemas ortodóncicos cuyos orígenes de componente genético sean conocidos (el mejor ejemplo es una

maloclusión de clase III) nos ofrece una perspectiva excitante. Se han identificado locus cromosómicos asociados a la maloclusión de clase III.¹⁰ Está claro que existen varios subtipos de clase III, y que necesariamente el primer paso será una mejor caracterización de estos fenotipos. Establecer los marcadores fenotípicos (distinguir de las características clínicas) nos da la posibilidad de establecer definitivamente las correlaciones con los modos hereditarios y es necesario para los estudios de los eslabones que clarifiquen las bases genéticas del problema. Ya se ha identificado la mutación que causa el fallo primario de la erupción (FPE),¹¹ y por primera vez es posible identificar un problema ortodóncico a partir de una muestra de sangre o de saliva. Es previsible que en el futuro el análisis genético de la sangre o de otros tejidos se use para identificar a los pacientes con problemas ortodóncicos que respondan bien o insuficientemente a diferentes modalidades de tratamiento, a la vez que se está determinando ya la previsible respuesta a tratamientos con terapias farmacológicas.¹²

Los experimentos que clarifican cómo el crecimiento es controlado a nivel celular ofrecen interesantes expectativas para un mejor control del crecimiento en el futuro. Se calcula que aproximadamente dos tercios de los 25.000 genes humanos juegan un papel en el desarrollo craneofacial, por lo que es evidente que están involucrados complejos patrones de actividad genética, e interacciones génicas complejas interactúan con influencias externas sobre el crecimiento. Es improbable que los análisis genéticos puedan aplicarse alguna vez al plan de tratamiento de la mayoría de los problemas ortodóncicos, pero podrían aportar valiosas informaciones sobre el mejor abordaje ante algunas de las más difíciles maloclusiones esqueléticas y tal vez de la aplicación de la genoterapia para problemas de crecimiento.¹³

NATURALEZA DEL CRECIMIENTO ESQUELÉTICO

A nivel celular, solo existen tres posibilidades de crecimiento. La primera consiste en un aumento de tamaño de cada una de las células, lo que se conoce como *hipertrofia*. La segunda posibilidad es un aumento en el número de células, o *hiperplasia*. La tercera es la *secreción de sustancia extracelular*, que contribuye a un incremento de tamaño, independientemente del número o del tamaño de las propias células.

De hecho, estos tres procesos se dan en el crecimiento esquelético. La hiperplasia es una característica destacada de todas las formas de crecimiento. La hipertrofia se produce en una serie de circunstancias especiales, pero es un mecanismo menos importante que la hiperplasia en la mayoría de los casos. Aunque todos los tejidos del cuerpo secretan sustancia extracelular, este fenómeno tiene una importancia especial en el sistema esquelético, en el que esa sustancia termina por mineralizarse.

El hecho de que la sustancia extracelular del esqueleto se mineralice implica una importante distinción entre el crecimiento de los tejidos blandos o no mineralizados del cuerpo y el de los tejidos duros o calcificados. Los tejidos duros son los huesos, los dientes y a veces los cartílagos. Todos los demás son tejidos blandos. En la mayoría de los casos, el cartílago (en especial el

cartílago que participa en el crecimiento) se comporta como un tejido blando y hay que considerarlo como perteneciente a ese grupo y no al de los tejidos duros.

Los tejidos blandos crecen por una combinación de hiperplasia e hipertrofia. Estos procesos se desarrollan en todos los puntos del tejido, dando lugar a lo que se conoce como *crecimiento intersticial*, que significa simplemente que afecta a todas las partes del tejido. El crecimiento intersticial también puede acompañarse de secreción de sustancia extracelular, pero sus características fundamentales son la hiperplasia, en primer lugar, y la hipertrofia, en segundo lugar. Dentro del sistema esquelético, el crecimiento intersticial es característico de casi todos los tejidos blandos y del cartílago no calcificado.

Por el contrario, cuando se produce la mineralización y se forma tejido duro, no es posible el crecimiento intersticial. Siguen siendo posibles la hiperplasia, la hipertrofia y la secreción de sustancia extracelular, pero en los tejidos mineralizados estos procesos solo pueden darse en la superficie y no en el seno de la masa mineralizada. Se puede producir la adición directa de hueso neoformado a la superficie del hueso existente, gracias a la actividad de las células del periostio (la membrana de tejido blando que recubre el hueso). Las nuevas células se forman en el periostio y la sustancia extracelular secretada allí se mineraliza y se convierte en nuevo tejido óseo. Este proceso se denomina *aposición superficial* o *directa* del hueso. El crecimiento intersticial es un aspecto relevante del crecimiento esquelético general, ya que una parte importante del sistema esquelético se modela originalmente a partir de cartílago. Esto incluye a la base del cráneo, así como al tronco y a las extremidades.

En la *figura 2-19* se ha representado el cráneo cartilaginoso o condrocáneo a las 8 y a las 12 semanas de desarrollo intrauterino. El desarrollo del esqueleto cartilaginoso se produce más rápidamente durante el tercer mes de vida intrauterina. Una placa continua de cartílago se extiende desde la cápsula nasal posteriormente hasta el agujero occipital, en la base del cráneo. Hay que tener presente que el cartílago es un tejido casi avascular, cuyas células interiores se nutren por difusión a través de las capas exteriores. Ello implica, por supuesto, que el cartílago ha de ser fino. En las etapas iniciales del desarrollo, el tamaño extremadamente pequeño del embrión hace factible la existencia del condroesqueleto, pero al continuar el crecimiento ya no es posible esa disposición sin un suministro interno de sangre.

Durante el cuarto mes de vida intrauterina se produce una penetración de elementos vasculares sanguíneos hacia varios puntos internos del condrocáneo (y otras partes del esqueleto cartilaginoso inicial). Esas zonas se convierten en puntos de osificación, en los que el cartílago se convierte en hueso en el proceso denominado *osificación endocondral*, y aparecen islotes óseos en un mar de cartílago circundante (v. *fig. 2-19, B*). El cartílago sigue creciendo rápidamente, pero es reemplazado por hueso con la misma rapidez. El resultado es que la cantidad relativa de hueso aumenta rápidamente y la cantidad relativa (pero no la absoluta) de cartílago disminuye. Finalmente, el viejo condrocáneo queda representado únicamente por pequeñas zonas de cartílago interpuestas entre grandes secciones de hueso, que asumen la forma característica de los huesos etmoides, esfenoides y basilar. El crecimiento de estas cone-

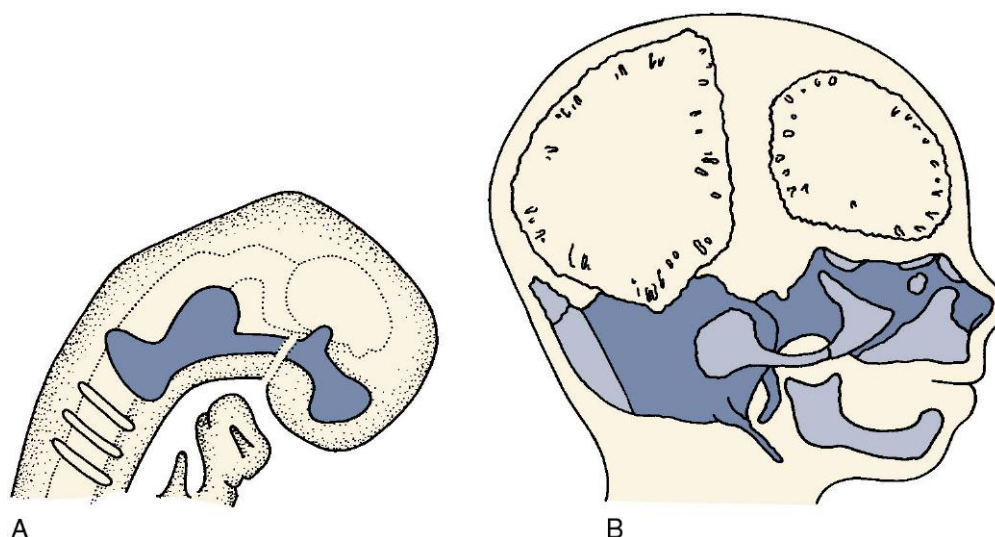


FIGURA 2-19 Desarrollo y maduración del condrocráneo (cartílago: azul claro; hueso: azul oscuro punteado). **A.** Representación esquemática hacia la 8.^a semana. Se puede observar que una columna esencialmente sólida de cartílago se extiende desde la cápsula nasal, anteriormente, hasta la zona occipital, posteriormente. **B.** Desarrollo esquelético hacia la 12.^a semana. Han aparecido los centros de osificación en las estructuras cartilaginosas de la línea media y ha comenzado, además, la formación intramembranosa de hueso de los maxilares y la cubierta cerebral. A partir de este momento, el hueso reemplaza rápidamente al cartílago del condrocráneo original, de modo que solo quedan pequeñas sincondrosis cartilaginosas conectando los huesos de la base del cráneo.

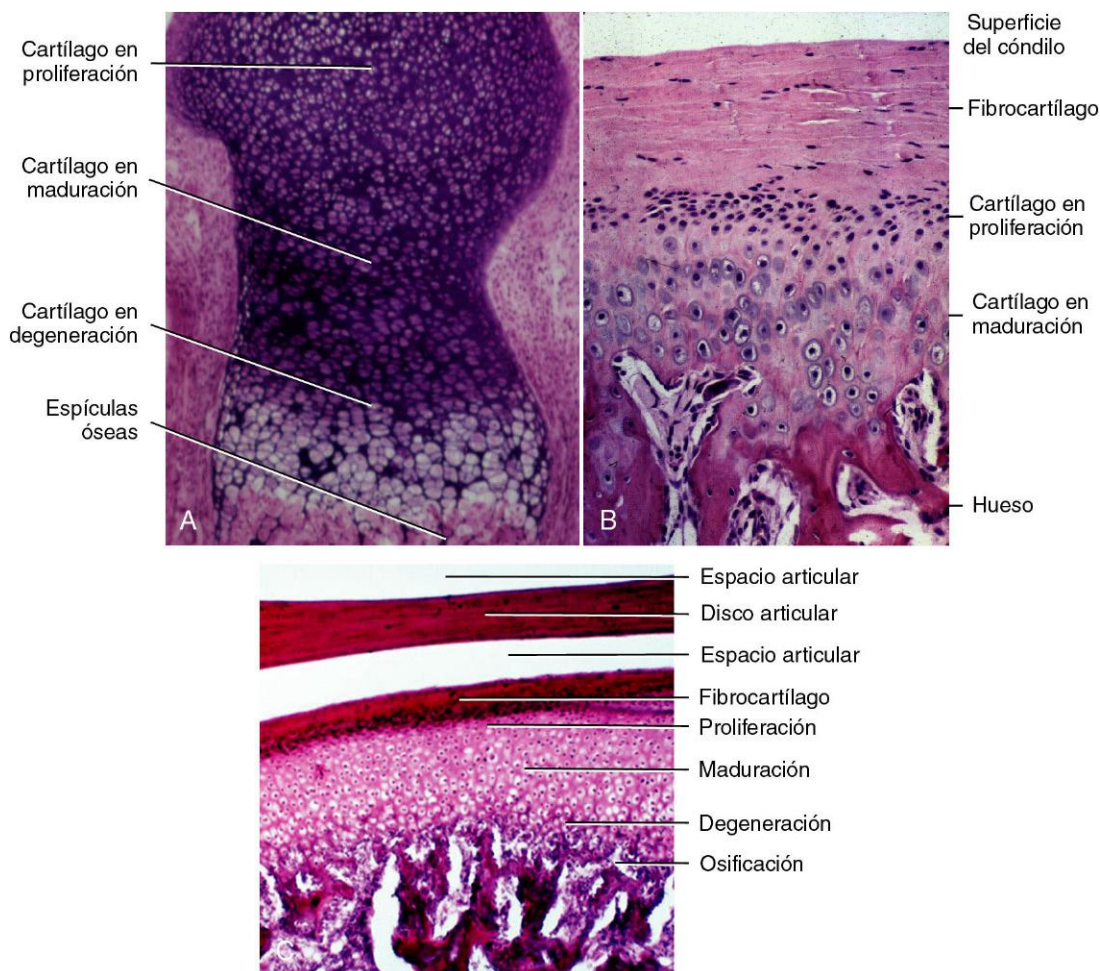


FIGURA 2-20 **A.** Osificación endocondral en una placa epifisaria. El crecimiento se produce por proliferación del cartílago, que puede observarse aquí en la parte superior. Los condrocitos en maduración se ven desplazados de la zona de proliferación, se hipertrofian, degeneran y son sustituidos por espículas óseas, como se puede ver en la parte inferior. **B y C.** Osificación endocondral en la cabeza del cóndilo. Una lámina de fibrocartílago se extiende sobre la superficie, con células de proliferación justo debajo. Células cartilaginosas de maduración y degeneración se pueden observar hacia las zonas de osificación.

xiones cartilaginosa entre los huesos esqueléticos es parecido al crecimiento de las extremidades.

En los huesos largos de las extremidades aparecen centros de osificación en el centro y en los extremos de los huesos, lo que da lugar en última instancia a un eje central denominado *diáfisis*, y a un capuchón óseo en cada extremo denominado *epífisis*. Entre la epífisis y la diáfisis queda una zona remanente de cartilago no calcificado conocida como *placa epifisaria* (fig. 2-20, A). El cartilago de las placas epifisarias de los huesos largos es un centro importante para su crecimiento; de hecho este cartilago es el responsable de casi todo su crecimiento longitudinal. El periostio superficial de los huesos también desempeña un papel destacado en el aumento del espesor y en la remodelación de la configuración exterior.

Cerca del extremo exterior de cada placa epifisaria existe una zona de células condrales que se dividen activamente. Algunas de ellas, empujadas hacia la diáfisis por la actividad proliferativa subyacente, se hipertrofian, secretan una matriz extracelular y acaban degenerando al empezar a mineralizarse la matriz y ser rápidamente sustituida por hueso. El crecimiento continuará mientras el ritmo de proliferación de los condrocitos sea igual o superior a su ritmo de maduración. Sin embargo, hacia el final del periodo normal de crecimiento, el ritmo de maduración supera al de proliferación, el cartilago restante es sustituido por hueso y desaparece la placa epifisaria. En ese momento se ha completado el crecimiento óseo, excepto en lo referente a los cambios superficiales en su espesor, que dependen del periostio.

También se observa osificación endocondral en el cóndilo mandibular, que superficialmente parece la mitad de una placa epifisaria (v. fig. 2-20, B y C). Sin embargo, como veremos más adelante, el cartilago condilar no se comporta como una placa

epifisaria; y esta diferencia es importante para poder comprender el crecimiento mandibular.

No todos los huesos del esqueleto adulto están representados en el modelo cartilaginoso embrionario; se puede formar hueso por secreción de matriz ósea directamente en el tejido conjuntivo, sin la formación intermedia de cartilago. A este tipo de formación ósea se le conoce como *osificación intramembranosa*. Este tipo de formación ósea se observa en la bóveda craneal y en ambos maxilares (fig. 2-21).

Al principio de la vida embrionaria, la mandíbula de los animales superiores se desarrolla en la misma zona que el cartilago del primer arco faríngeo, o cartilago de Meckel. Podría pensarse que la mandíbula representaría la sustitución ósea de este cartilago, del mismo modo que el hueso esfenoides (situado bajo el cerebro) reemplaza el cartilago de esa zona. De hecho, el desarrollo de la mandíbula comienza como una condensación del mesénquima inmediatamente lateral al cartilago de Meckel y continúa como una formación de hueso intramembranoso (fig. 2-22). El cartilago de Meckel se desintegra y desaparece en gran medida al desarrollarse la mandíbula ósea. Restos de este cartilago se transforman en una parte de dos de los huesos pequeños que forman los huesecillos del oído medio, pero no en una parte importante

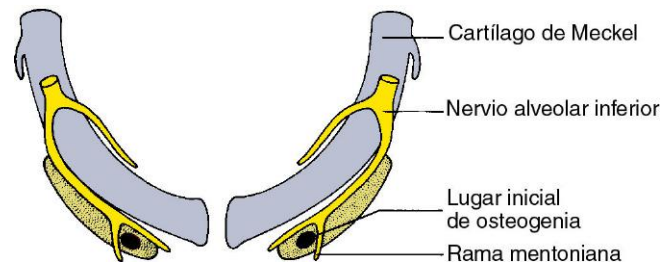


FIGURA 2-22 Representación esquemática de las relaciones entre la formación inicial de hueso en la mandíbula con el cartilago de Meckel y el nervio alveolar inferior. El hueso empieza a formarse justo al lado del cartilago de Meckel y se expande posteriormente a lo largo del mismo sin que se produzca una sustitución directa del cartilago por el hueso neoformado en la mandíbula. (Reproducido a partir de Ten Cate AR. Oral Histology: Development, Structure, and Function. 5th ed. St. Louis: Mosby; 1998.)

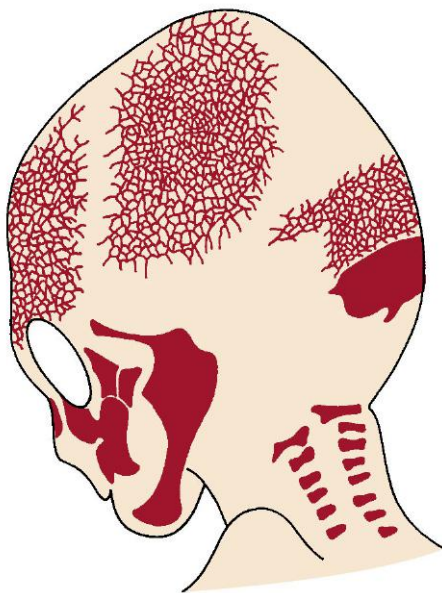


FIGURA 2-21 Huesos del cráneo de un feto de 12 semanas dibujados a partir de una muestra teñida con alizarina y aclarada. (Reproducido a partir de Sadler TW, Langman J. Langman's Medical Embryology. 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.)

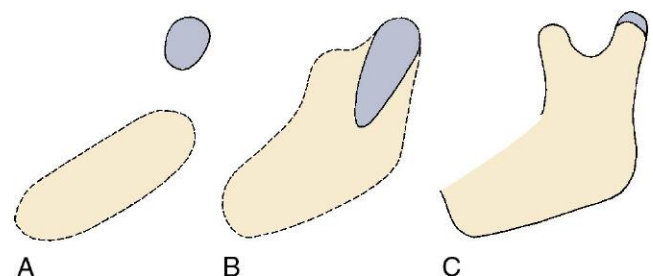


FIGURA 2-23 El cartilago condilar (azul) se desarrolla inicialmente como una zona de condensación separada de la del cuerpo de la mandíbula, y solo más tarde se incorpora al mismo. **A.** Zonas separadas de condensación mesenquimatosas a las 8 semanas. **B.** Fusión del cartilago con el cuerpo de la mandíbula a los 4 meses. **C.** Situación en el momento de nacer (reducido a escala).

de la mandíbula. Su pericondrio persiste, formando el ligamento esfenomandibular. El cartílago condilar se desarrolla inicialmente como un cartílago secundario independiente, que está separado del cuerpo de la mandíbula por un hueso considerable (fig. 2-23). A comienzos del período fetal se fusiona con la rama mandibular en desarrollo.

El maxilar se forma inicialmente a partir de un centro de condensación mesenquimatosa del proceso maxilar. Esta zona se encuentra en la superficie lateral de la cápsula nasal, la parte más anterior del condrocráneo, pero la osificación endocondral no contribuye directamente a la formación del hueso maxilar. El cartílago cigomático o malar, un cartílago accesorio que se forma a partir del proceso malar en desarrollo, desaparece y es reemplazado completamente por hueso mucho antes del nacimiento, a diferencia del cartílago condilar, que persiste.

Cualquiera que sea la zona en que se forme hueso intramembranoso, no es posible producir crecimiento intersticial en el seno de la masa mineralizada, y el hueso debe formarse enteramente por aposición de hueso neoformado a las superficies libres. Se puede modificar su forma por eliminación (reabsorción) de hueso en una zona y adición (aposición) de hueso en otra (v. fig. 2-15). Este equilibrio entre aposición y reabsorción, con formación de hueso nuevo en algunos puntos y eliminación de hueso viejo en otros, es un componente fundamental del proceso de crecimiento. La formación de hueso nuevo a partir de un predecesor cartilaginoso o formación ósea directa en el seno del mesénquima se denomina habitualmente *modelación*; los cambios en la forma de ese hueso neoformado como consecuencia de la reabsorción y la sustitución se denominan *remodelación*. Teniendo presente esta distinción resultará más fácil comprender las secciones siguientes de este capítulo.

ZONAS Y TIPOS DE CRECIMIENTO DEL COMPLEJO CRANEOFACIAL

Para comprender el crecimiento de cualquier parte del organismo, es necesario conocer: 1) las zonas o lugares de crecimiento; 2) el tipo de crecimiento que se produce en ese lugar; 3) los mecanismos de crecimiento (es decir, cómo se producen los cambios de crecimiento), y 4) los factores que determinan o controlan dicho crecimiento.

De cara al siguiente comentario sobre las zonas y los tipos de crecimiento de la cabeza y la cara, conviene dividir al complejo craneofacial en cuatro regiones que crecen de forma bastante diferente: la bóveda craneal, los huesos que recubren la superficie externa e interna del cerebro; la base del cráneo, el suelo óseo situado bajo el cerebro, que también es la línea divisoria entre el cráneo y la cara; el complejo nasomaxilar, constituido por la nariz, el maxilar y los pequeños huesos asociados, y la mandíbula. En las secciones siguientes de este capítulo se describen las zonas y los tipos de crecimiento. En la sección que viene a continuación analizamos el mecanismo y los factores determinantes del crecimiento en cada zona, a la luz de las teorías vigentes sobre el control del crecimiento.

Bóveda craneal

La bóveda craneal está constituida por una serie de huesos planos que se originan directamente por formación de hueso intramembranoso, sin la intervención de precursores cartilaginosos. Desde el momento en que se inicia esa osificación en una serie de centros que prefiguran las unidades óseas anatómicas definitivas, el proceso de crecimiento es en su totalidad el resultado de la actividad perióstica en la superficie de estos huesos. La remodelación y el crecimiento se producen fundamentalmente en las zonas de contacto recubiertas de periostio que existen entre los huesos craneales contiguos, o *suturas craneales*, pero la actividad perióstica también modifica las superficies interiores y exteriores de estos huesos aplanados.

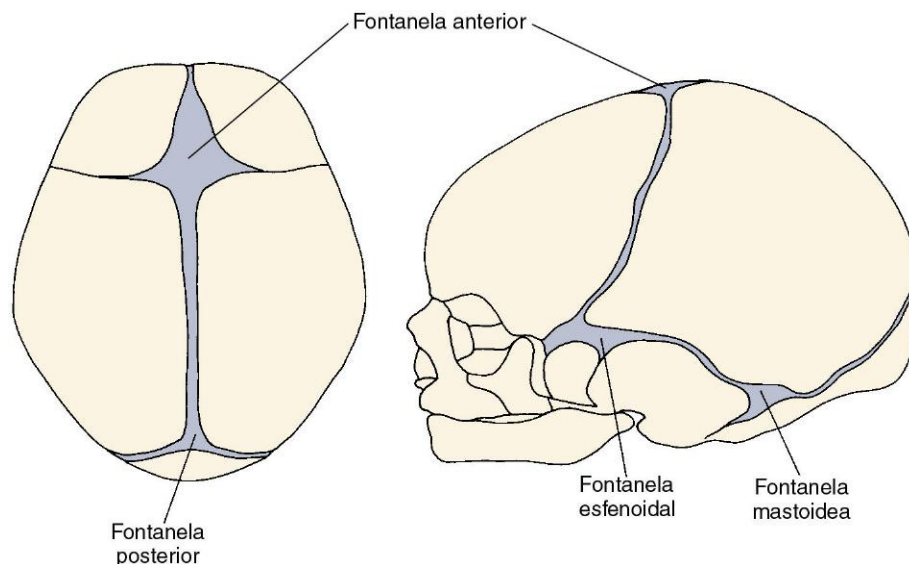


FIGURA 2-24 Fontanelas del cráneo de un recién nacido (azul).

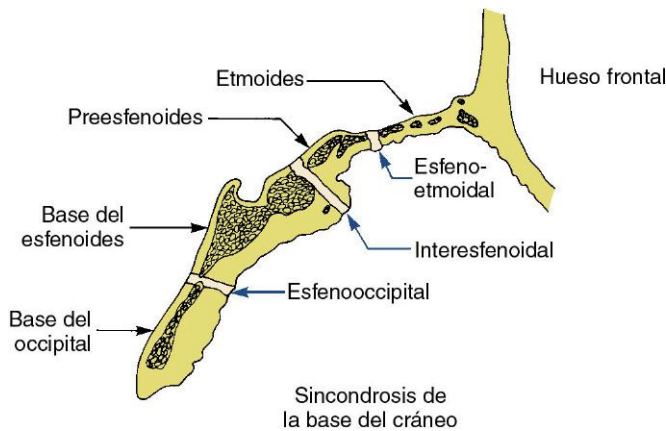


FIGURA 2-25 Representación esquemática de las sincondrosis de la base del cráneo que muestra la localización de estos importantes puntos de crecimiento.

Al nacer, los huesos planos del cráneo están bastante separados por un tejido conjuntivo intermedio laxo (fig. 2-24). Estos espacios abiertos, o fontanelas, permiten que el cráneo se deforme considerablemente en el momento del parto. Esto es muy importante para que la cabeza (relativamente grande) pueda descender por el canal del parto (para más detalles, v. capítulo 3). Tras el nacimiento, la aposición de los huesos a lo largo de los bordes de las fontanelas va eliminando estos espacios abiertos con bastante rapidez, si bien los huesos siguen estando separados durante muchos años por una delgada sutura recubierta de periostio, que se fusiona en la edad adulta.

A pesar de su pequeño tamaño, la aposición de hueso neoformado en estas suturas es el principal mecanismo para el crecimiento de la bóveda craneal. Aunque la mayor parte de dicho crecimiento se produce en las suturas, existe una tendencia a eliminar hueso de la superficie interior de la bóveda craneal, al tiempo que se añade hueso neoformado a la superficie exterior. Esta remodelación de las superficies interior y exterior permite ir modificando el contorno durante el crecimiento.

Base del cráneo

A diferencia de la bóveda craneal, los huesos de la base del cráneo (la base craneal) se forman inicialmente en el cartílago, y estos modelos cartilaginosos se transforman posteriormente en hueso por osificación endocondral. No obstante, la situación es más complicada que la de un hueso largo con placas epifisarias. La modelación condral se manifiesta especialmente en las estructuras de la línea media. Al desplazarnos lateralmente, adquiere más importancia el crecimiento en las suturas y la remodelación superficial.

Como hemos indicado anteriormente, los centros de osificación del condrocraqueo aparecen al comienzo de la vida embrionaria, marcando la ubicación definitiva de los huesos basilar, esfenoides y etmoides, que constituyen la base del cráneo. Al ir avanzando la osificación, persisten entre los centros de osificación franjas de cartílago denominadas *sincondrosis* (fig. 2-25). Los puntos importantes de crecimiento son las sincondrosis entre los huesos esfenoides y occipital, o *sincondrosis esenooccipital*; entre las dos partes del esfenoides, o *sincondrosis interesfenoidal*, y entre el esfenoides y el etmoides, o *sincondrosis esenoetmoidal*.

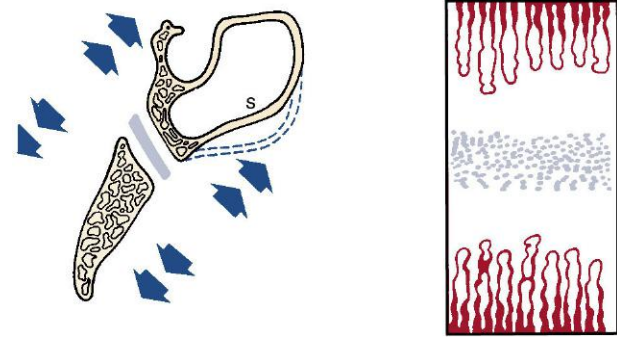


FIGURA 2-26 Representación esquemática del crecimiento en la sincondrosis interesfenoidal. En el centro de la sincondrosis se encuentra una franja de condrocitos proliferantes inmaduros, mientras que otra franja de condrocitos en maduración se extiende en ambas direcciones, alejándose del centro, y se produce la osificación endocondral en ambos márgenes. El crecimiento a nivel sincondral expande esta zona de la base del cráneo. Incluso en la base del cráneo, es importante la remodelación del hueso superficial; por ejemplo, es el mecanismo por el que aumenta de tamaño el seno esfenoidal.

Histológicamente, una sincondrosis se parece a una placa epifisaria de dos caras (fig. 2-26). La sincondrosis tiene una zona de hiperplasia celular en el centro, con franjas de condrocitos en maduración que se extienden en ambas direcciones y que acabarán por ser sustituidas por hueso.

Una diferencia notable con los huesos de las extremidades consiste en que entre los huesos de la base del cráneo se desarrollan articulaciones inmóviles, que contrastan considerablemente con las articulaciones tan móviles de las extremidades. Por consiguiente, la base del cráneo se parece más a un único hueso largo, salvo por la presencia de múltiples sincondrosis similares a placas epifisarias. También existen articulaciones inmóviles entre casi todos los restantes huesos craneales y faciales; la mandíbula es la única excepción. Las suturas recubiertas de periostio del cráneo y la cara, y que no contienen cartílago, se diferencian bastante de las sincondrosis cartilaginosas de la base del cráneo.

Maxilar (complejo nasomaxilar)

El maxilar se desarrolla por completo tras el nacimiento por osificación intramembranosa. Dado que no se produce sustitución de cartílago, el crecimiento se produce de dos formas: 1) por aposición de hueso en las suturas que conectan el maxilar con el cráneo y su base, y 2) por remodelación superficial. Sin embargo, en contraste con la bóveda craneal, los cambios superficiales que se observan en el maxilar son bastante llamativos y tan importantes como los que se producen en las suturas. Además, el maxilar es empujado hacia delante por el crecimiento de la base del cráneo detrás de él.

El patrón de crecimiento de la cara implica un crecimiento «hacia fuera desde debajo del cráneo», lo que significa que el maxilar debe recorrer en su crecimiento una distancia considerable hacia abajo y hacia fuera en relación con el cráneo y su base. Esto se lleva a cabo de dos maneras: 1) por un empuje posterior creado por el crecimiento de la base del cráneo, y 2) por el crecimiento en las suturas. Por el hecho de que el maxilar

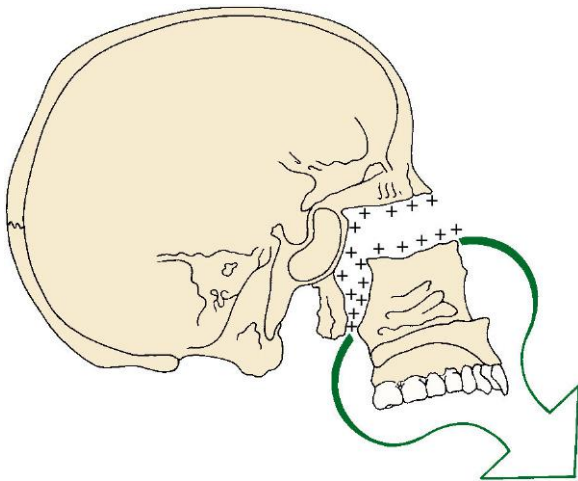


FIGURA 2-27 A medida que el crecimiento de los tejidos blandos circundantes desplaza al maxilar hacia abajo y hacia delante, abriendo hueco en sus fijaciones suturales superiores y posteriores, va añadiéndose hueso neoformado a ambos lados de las suturas. (Reproducido a partir de Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.)

esté unido al extremo final anterior de la base del cráneo, el alargamiento de la base del cráneo lo empuja hacia delante. Hasta la edad de 6 años el desplazamiento producido por el crecimiento de la base del cráneo es una parte importante del crecimiento hacia delante del maxilar. El fracaso del alargamiento normal de la base del cráneo, como ocurre en la acondroplasia (v. fig. 5-28) y otros síndromes congénitos, crea una característica deficiencia hemifacial. Aproximadamente a los 7 años, el crecimiento de la base del cráneo se para, y el crecimiento de las suturas es el único mecanismo que lleva el maxilar hacia delante.

Como se puede ver en la figura 2-27, las suturas que fijan posterosuperiormente al maxilar están situadas de forma idónea para permitir su recolocación hacia abajo y hacia delante. Al producirse este desplazamiento anteroinferior, el espacio que de otra forma se abriría en las suturas se va rellenando por proliferación ósea a esos niveles. Las suturas mantienen su anchura y los diversos procesos maxilares se van alargando. Se produce aposición ósea en ambos lados de las suturas, de modo que los huesos a los que se une el maxilar también van aumentando de tamaño. Parte del borde posterior del maxilar es una superficie libre en la región de la tuberosidad. Se va añadiendo hueso a dicha superficie, creando un espacio adicional en el que erupcionan sucesivamente los molares deciduos y los permanentes.

Es muy interesante resaltar el hecho de que las superficies frontales del maxilar van remodelándose al tiempo que crece en sentido anteroinferior y se va eliminando hueso de gran parte de su superficie anterior. Se aprecia en la figura 2-28 que casi toda la superficie anterior del maxilar es una zona de reabsorción, no de aposición. Sería lógico pensar que, si la superficie anterior del hueso se desplaza en dirección anteroinferior, debería ser una zona a la que va añadiéndose hueso y no eliminándose. Sin embargo, la realidad es que se va eliminando hueso de la superficie anterior, a pesar de que dicha superficie crezca hacia delante.

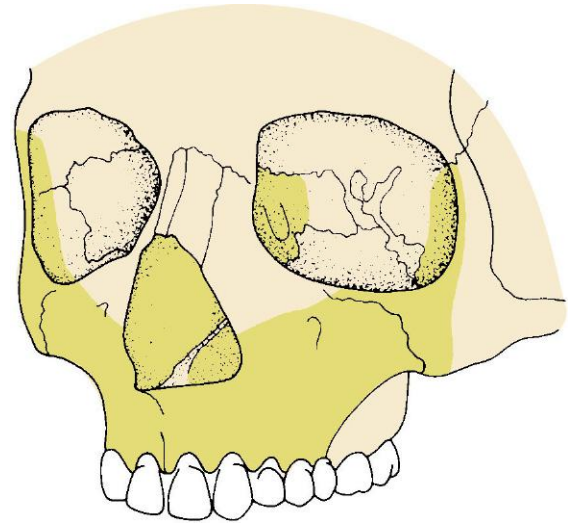


FIGURA 2-28 A medida que el maxilar se va desplazando hacia abajo y hacia delante, tiende a reabsorberse su superficie anterior. Las superficies de reabsorción se han representado en amarillo oscuro en la figura. Solo queda exceptuada una pequeña zona alrededor de la espina nasal anterior. (Reproducido a partir de Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.)

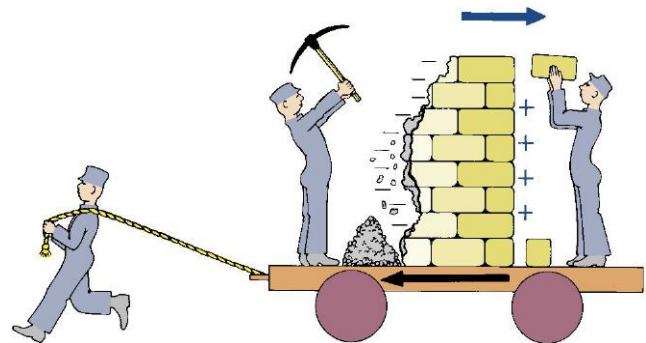


FIGURA 2-29 La remodelación superficial de un hueso en la dirección opuesta a la del desplazamiento de dicho hueso por parte de las estructuras adyacentes da lugar a una situación análoga a la de este dibujo, en la que se está reconstruyendo la pared para moverla hacia atrás al mismo tiempo que la plataforma sobre la que se encuentra se desplaza hacia delante. (Reproducido a partir de Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.)

Para poder entender esta aparente paradoja, es necesario comprender que se están produciendo simultáneamente dos procesos bastante diferentes. Los cambios generales del crecimiento son el resultado de un desplazamiento anteroinferior del maxilar y de una remodelación superficial simultánea. Todo el complejo óseo nasofacial se desplaza hacia abajo y hacia delante en relación con el cráneo, desplazándose en el espacio. Enlow,¹⁴ cuyos minuciosos estudios anatómicos sobre el esqueleto facial son la base de gran parte de nuestros conocimientos actuales, ha ilustrado este fenómeno en forma de historieta (fig. 2-29). El maxilar es como una plataforma sobre ruedas, que avanza rodando mientras que al mismo tiempo su superficie, representada por el muro en el dibujo, está siendo derribada por su cara anterior y reconstruida

por su cara posterior, desplazándose en el espacio en sentido contrario al del crecimiento general.

No es completamente cierto que la remodelación se oponga a la dirección de desplazamiento. Dependiendo de la zona, el desplazamiento y la remodelación pueden oponerse o ejercer un efecto aditivo. El efecto es aditivo, por ejemplo, en el cielo del paladar. Esta zona se desplaza hacia abajo y hacia delante con el resto del maxilar, pero al mismo tiempo va eliminándose hueso del lado nasal y añadiéndose al lado bucal, así se crea un movimiento anteroinferior adicional del paladar (fig. 2-30). Sin embargo, justo a su lado, la parte anterior del proceso alveolar es una zona de reabsorción, por lo que aquí la eliminación del hueso superficial tiende a contrarrestar parte del crecimiento anterior que se produciría por el desplazamiento de todo el maxilar.

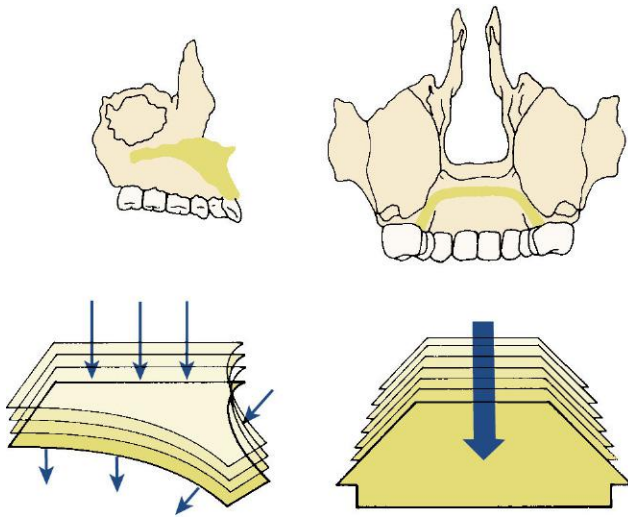


FIGURA 2-30 La remodelación del cielo del paladar (que es además el suelo de la nariz) se realiza en la misma dirección en que se desplaza; se elimina hueso del suelo de la nariz y se va añadiendo al cielo de la boca. Sin embargo, en la superficie anterior se elimina hueso, y se cancela en parte el desplazamiento anterior. Al desplazarse el cielo del paladar hacia abajo, el mismo proceso de remodelación ósea también se encarga de ensancharlo. (Reproducido a partir de Enlow DH, Hans MB. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.)

Mandíbula

A diferencia de lo que sucede en el maxilar, en el crecimiento de la mandíbula son importantes la actividad endocondral y la perióstica, y el desplazamiento creado por el crecimiento de la base del cráneo que mueve la ATM desempeña un papel mínimo (con raras excepciones, v. fig. 4-9). El cartílago recubre la superficie del cóndilo mandibular de la ATM. Aunque este cartílago no es como el de las placas epifisarias o las sincondrosis, también se producen en él procesos de hiperplasia, hipertrofia y sustitución endocondral. Las restantes zonas de la mandíbula se forman y crecen por aposición superficial directa y remodelación.

El patrón general de crecimiento de la mandíbula se puede representar de dos formas, tal como se esquematiza en la figura 2-31. Dependiendo de la estructura de referencia, ambas son correctas. Si se toma como referencia al cráneo, el mentón se desplaza hacia abajo y hacia delante. Si se examinan los datos obtenidos en los experimentos de tinción vital, se observa que los principales puntos de crecimiento de la mandíbula son la superficie posterior de la rama mandibular y las apófisis condilar y coronoides. Se producen muy pocos cambios en la parte anterior de la mandíbula. Con esta referencia, la esquematización de la figura 2-31, B es correcta.

El mentón es una zona de crecimiento casi inactiva. Se desplaza en sentido anteroinferior, ya que el crecimiento se produce realmente en el cóndilo y a lo largo de la superficie posterior de la rama mandibular. El cuerpo de la mandíbula se alarga por aposición perióstica de hueso solo en su superficie posterior, mientras que la rama mandibular crece en altura por reposición endocondral en el cóndilo y por remodelación superficial. Conceptualmente, podemos considerar que la mandíbula se desplaza hacia abajo y hacia delante, al tiempo que aumenta de tamaño al crecer hacia atrás y hacia arriba. El desplazamiento se produce fundamentalmente al moverse el hueso en sentido anteroinferior acompañado por los tejidos blandos que lo envuelven.

En ningún otro sitio podemos encontrar un mejor ejemplo de reabsorción remodeladora que el del movimiento posterior de la rama de la mandíbula. La mandíbula va alargándose por aposición de hueso neoformado en la superficie posterior de la rama. Al mismo tiempo, se van eliminando grandes cantidades de hueso de la superficie anterior de la misma (fig. 2-32).

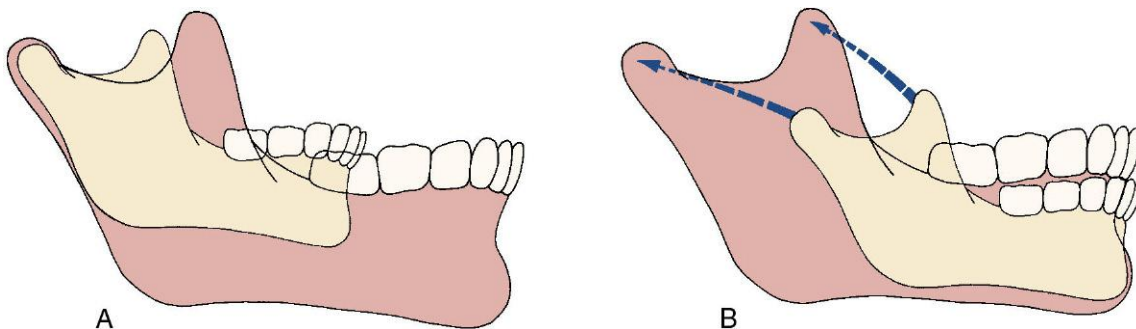


FIGURA 2-31 A. Crecimiento de la mandíbula, visto desde la perspectiva de una base craneal estable: el mentón se desplaza hacia abajo y hacia delante. B. Crecimiento mandibular, visto desde la perspectiva de los estudios de tinción vital, que revela la existencia de cambios mínimos en el cuerpo y en la zona del mentón, así como un crecimiento y remodelación excepcionales en la rama mandibular, que la desplazan posteriormente. El concepto correcto consiste en que la mandíbula se desplaza hacia abajo y hacia delante y crece hacia arriba y hacia atrás en respuesta a ese desplazamiento, manteniendo su contacto con el cráneo.

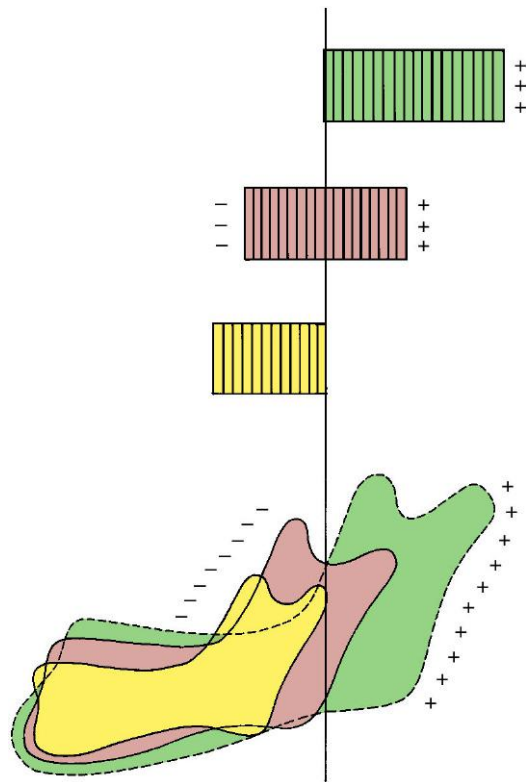


FIGURA 2-32 Al ir creciendo la mandíbula en longitud, la rama sufre una gran remodelación, hasta el punto de que el hueso de la punta de la apófisis condilar en una fase precoz puede encontrarse algunos años después en la superficie anterior de la rama mandibular. Dada la intensidad de los cambios de remodelación superficial, es un error evidente insistir en la formación de hueso endocondral a nivel condilar como el principal mecanismo de crecimiento mandibular. (Reproducido a partir de Enlow DH, Hans MB. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.)

En esencia, el cuerpo de la mandíbula se alarga al alejarse la rama mandibular del mentón, lo que se produce por eliminación ósea de la superficie anterior de la rama y aposición ósea en la superficie posterior. En un primer análisis, cabría esperar la existencia de un centro de crecimiento en algún punto por debajo de los dientes, de forma que el mentón pudiese crecer hacia delante, alejándose de la rama mandibular. Pero esto no es posible, ya que no hay cartílago ni puede producirse crecimiento intersticial. En su lugar, se produce la remodelación de la rama mandibular. Lo que en un momento dado era la superficie posterior, se convierte más adelante en la zona central y puede convertirse finalmente en la superficie anterior, al continuar el proceso de remodelación.

Durante la lactancia, la rama mandibular se encuentra aproximadamente en el sitio donde erupcionará el primer molar deciduo. La progresiva remodelación posterior crea espacio para que erupcione el segundo molar deciduo y después para la erupción ordenada de los molares permanentes. Sin embargo, es frecuente que este crecimiento cese antes de que se haya formado espacio suficiente para que erupcione el tercer molar permanente, que queda impactado en la rama de la mandíbula.

Otros aspectos del crecimiento de la mandíbula, especialmente en relación con el momento del tratamiento ortodóncico, se describen con más detalle en el capítulo 4.

Tejidos blandos faciales

Un concepto importante es el de que el crecimiento de los tejidos blandos faciales no es perfectamente paralelo al crecimiento de los tejidos duros subyacentes. Debemos considerar el crecimiento de los labios y la nariz con más detalle.

Crecimiento de los labios

Los labios se retrasan respecto del crecimiento de las mandíbulas en el período anterior a la adolescencia, y entonces experimentan un brote de crecimiento para igualarse. Debido a que la altura de los labios es relativamente corta durante los años de dentición mixta, la separación labial en reposo (frecuentemente llamada *incompetencia labial*) es máxima durante la infancia y disminuye durante la adolescencia (fig. 2-33). Los labios alcanzan su máximo grosor durante la adolescencia, para después disminuir (fig. 2-34), hasta el punto de que algunas mujeres entre los 20 y 30 años consideran la pérdida de grosor labial como un problema y buscan tratamiento para aumentarlo.

Crecimiento de la nariz

El crecimiento del hueso nasal se completa hacia la edad de 10 años. Posteriormente, el crecimiento se hace únicamente a expensas del cartílago y los tejidos blandos, y ambos experimentan un brote considerable durante la adolescencia. El resultado es que la nariz se vuelve mucho más prominente en la adolescencia, especialmente en los chicos (fig. 2-35). Los labios se encuentran enmarcados por arriba por la nariz y por abajo por el mentón, los cuales se vuelven más prominentes con el crecimiento adolescente y postadolescente, al contrario que los labios, de ahí que disminuya su relativa prominencia. Este hecho puede ser un punto importante al determinar la cantidad de soporte que recibirá el labio de los dientes porque los tratamientos ortodóncicos suelen terminar normalmente al final de la adolescencia.

Los cambios de los tejidos blandos faciales producidos por la edad, que también deben ser tenidos en cuenta al planificar tratamientos ortodóncicos, se describen en el capítulo 4.

TEORÍAS DE CONTROL DEL CRECIMIENTO

Es cierto que el crecimiento depende significativamente de factores genéticos, pero también puede verse muy afectado por el entorno, en forma de nivel de nutrición, grado de actividad física, estado de buena o mala salud y otros factores parecidos. Dado que una parte importante de las indicaciones del tratamiento ortodóncico se deben a un crecimiento desproporcionado de los maxilares, conviene conocer los factores y las circunstancias que actúan sobre el crecimiento esquelético para poder comprender los procesos etiológicos de la maloclusión y la deformidad dentofacial. En los últimos años se ha avanzado notablemente en el conocimiento del control del crecimiento. No obstante, sigue sin estar claro qué es lo que



FIGURA 2-33 El crecimiento de los labios va siempre rezagado por detrás del crecimiento del esqueleto facial hasta la pubertad. En ese momento lo alcanza y suele sobrepasar el crecimiento esquelético después. Debido a ello, la separación de los labios y la exposición de los incisivos superiores alcanzan su momento máximo antes de la adolescencia, y disminuyen durante la adolescencia y el comienzo de la etapa adulta. **A.** A la edad de 11 años y 9 meses, antes de la pubertad. **B.** A la edad de 14 años y 8 meses, tras el estirón puberal. **C.** A los 16 años y 11 meses. **D.** A los 18 años y 6 meses.

determina exactamente el crecimiento de los maxilares y todavía es motivo de investigaciones intensivas.

En los últimos años, tres teorías importantes han tratado de explicar los factores que determinan el crecimiento craneofacial: 1) el hueso, como otros tejidos, es el principal factor determinante de su propio crecimiento; 2) el cartílago es el principal factor determinante del crecimiento óseo, mientras que el hueso responde de forma secundaria y pasiva, y 3) la matriz de tejido blando en la que se encuentran los elementos esqueléticos es el

principal determinante del crecimiento, y tanto el hueso como el cartílago son seguidores secundarios.

La diferencia principal entre estas teorías radica en el nivel en el que se expresa el control genético. La primera teoría implica que el control genético se expresa directamente a nivel óseo, por lo que su lugar de actuación sería el periostio. La segunda teoría, la del cartílago, sugiere que el control genético se expresa en el cartílago, mientras que el hueso responde pasivamente al verse desplazado. El control genético indirecto, independientemente de cuál sea su origen, se denomina *epigenético*. La tercera teoría



FIGURA 2-34 Durante el brote de crecimiento de la adolescencia se incrementa el grosor de los labios, luego disminuye (y sorprendentemente es máximo en edades tempranas). Para algunas chicas, la pérdida de grosor de los labios se percibe como un problema al alcanzar la veintena. **A.** A los 14 años y 8 meses, al final del brote de crecimiento de la adolescencia. **B.** A los 16 años y 11 meses. **C.** A los 18 años y 6 meses. **D.** A los 19 años y 7 meses.

postula que el control genético actúa en gran medida fuera del sistema esquelético y que el crecimiento del hueso y del cartílago está controlado epigenéticamente, por lo que solo se produce como respuesta a una señal de otros tejidos. De acuerdo con nuestros conocimientos actuales, la realidad debe corresponder a una síntesis entre la segunda y la tercera teoría, mientras que la primera, aunque prevalente hasta los años sesenta, ha quedado prácticamente descartada.

Nivel de control del crecimiento: lugares frente a centros de crecimiento

La distinción entre un *lugar* de crecimiento y un *centro* de crecimiento permite clarificar las diferencias que existen entre las distintas teorías de control del crecimiento. Un lugar de crecimiento es solo una zona en la que se produce un crecimiento, mientras que un centro de crecimiento es una zona en la que se produce un crecimiento independiente (controlado genéticamente). Todos los centros son además lugares de crecimiento, pero no a la



FIGURA 2-35 El hueso nasal crece hasta aproximadamente la edad de 10 años, pero después de los 10, el crecimiento de la nariz se debe en mayor parte al crecimiento del cartilago y de los tejidos blandos. Especialmente en los chicos, la nariz se vuelve mucho más prominente, a la vez que el crecimiento sigue después del brote de crecimiento de la adolescencia (y este proceso perdura durante los años adultos). **A.** A los 4 años y 9 meses. **B.** A los 12 años y 4 meses. **C.** A los 14 años y 8 meses. **D.** A los 17 años y 8 meses.

inversa. La teoría de que los tejidos que originan el hueso llevan consigo sus propios estímulos para poder hacerlo se basa sobre todo en la observación de que el crecimiento craneofacial sigue un patrón general notablemente constante. Esta constancia se interpretó como una prueba de que los principales lugares de crecimiento eran también centros de crecimiento. En concreto, se consideró que las suturas entre los huesos membranosos del cráneo y los maxilares eran centros de crecimiento, junto con los puntos de osificación endocondral de la base del cráneo y del cóndilo mandibular. Desde este punto de vista, el crecimiento era

el resultado de la expresión de todos estos lugares de un programa genético. Por consiguiente, el mecanismo de desplazamiento de la mandíbula se considera que es el resultado de la presión creada por el crecimiento de las suturas, de tal forma que los huesos eran literalmente empujados hacia abajo y hacia delante.

Si esta teoría fuera correcta, el crecimiento en las suturas se produciría en gran parte independientemente del entorno y no sería posible modificar en gran medida la expresión del crecimiento en las suturas. Aunque esta era la teoría dominante del crecimiento, no se llevaron a cabo muchas tentativas para

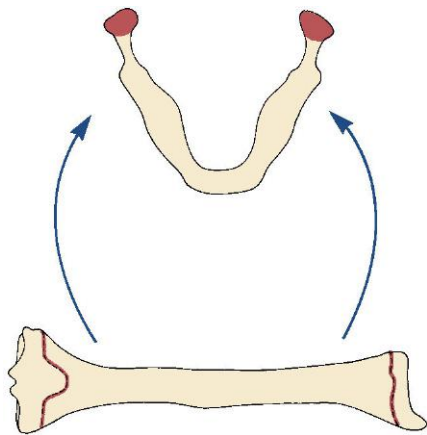


FIGURA 2-36 En el pasado, se consideraba la mandíbula como análoga a un hueso largo que había sido modificado por: 1) la eliminación de las epífisis, que dejaba al descubierto las placas epifisarias, y 2) la modificación del eje óseo para adoptar la forma de una herradura. Por supuesto, si esta analogía fuese correcta, el cartílago de los extremos distales se comportaría como un verdadero cartílago de crecimiento. Los modernos estudios indican que esta analogía, aunque muy atractiva, es incorrecta.

modificar el crecimiento facial, ya que los ortodoncistas «sabían» que eso no era posible.

Ahora parece claro que las suturas, y en un sentido más general, los tejidos periósticos, no son los determinantes fundamentales del crecimiento craneofacial. Se llega a esta conclusión siguiendo dos líneas deductivas. La primera se basa en que cuando se trasplanta una zona de sutura entre dos huesos faciales a otra región (p. ej., a un bolsillo formado en el abdomen), el tejido no sigue creciendo. Ello indica que las suturas carecen de un potencial de crecimiento innato. En segundo lugar, se puede observar que el crecimiento en las suturas responde a las influencias exteriores en una serie de circunstancias. Si se separan mecánicamente los huesos craneales o faciales en las suturas, el hueco creado se llenará con hueso neoformado y los huesos alcanzarán un tamaño mayor del que habrían tenido de otra manera (v. fig. 2-27). Si se comprime una sutura, se inhibirá el crecimiento a ese nivel. Por consiguiente, debemos considerar las suturas como zonas que reaccionan y no como determinantes primarios. Las suturas de la bóveda craneal, de la base craneal lateral y del maxilar son lugares de crecimiento, pero no centros de crecimiento.

El cartílago como factor determinante del crecimiento craneofacial

La segunda teoría de importancia postula que el factor determinante del crecimiento craneofacial es el crecimiento de los cartílagos. El hecho de que, en muchos huesos, el cartílago se encarga del crecimiento, mientras que el tejido óseo se limita a sustituirlo, hace muy atractiva la aplicación de esta teoría a los huesos maxilares. Si el crecimiento condral fuera la influencia fundamental, se podría considerar que el cartílago del cóndilo mandibular actúa como un regulador del crecimiento de ese hueso y que la remodelación de la rama mandibular, así como otros cambios superficiales, son un fenómeno secundario al crecimiento condral primario.

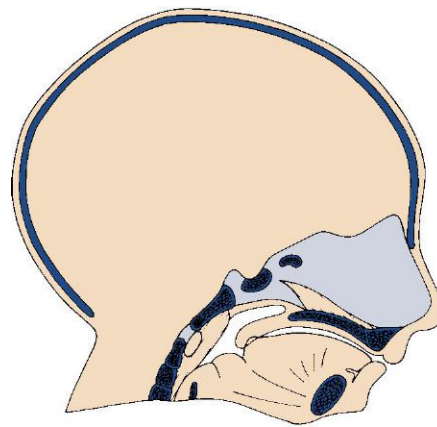


FIGURA 2-37 Representación esquemática del condrocráneo en una fase temprana del desarrollo en la que se puede ver la gran cantidad de cartílago que hay en la región anterior y que finalmente se convierte en el tabique nasal cartilaginoso.

Podemos mirar la mandíbula imaginándonos que es como la diáfisis de un hueso largo, doblada en forma de herradura y privada de sus epífisis, de forma que el cartílago de los extremos represente «la mitad de una placa epifisaria» y que corresponde a los cóndilos mandibulares (fig. 2-36). Si esta fuera la situación real, el cartílago condilar debería actuar como un centro de crecimiento, comportándose básicamente como un cartílago epifisario de crecimiento. Desde esta perspectiva, el mecanismo de crecimiento anteroinferior del maxilar inferior constituiría un fenómeno de «empuje condral» por crecimiento en el cóndilo.

Resulta más difícil, pero no imposible, explicar el crecimiento del maxilar de acuerdo con la teoría del cartílago. Aunque no existe cartílago en el maxilar, sí existe en el tabique nasal, y el complejo nasomaxilar crece como una unidad. Los partidarios de la teoría del cartílago postulan que el tabique cartilaginoso nasal actúa como un regulador de otras facetas del crecimiento maxilar. En la figura 2-37 se puede ver que el cartílago está situado de tal manera que su crecimiento podría ser fácilmente el modelo para la traslación anteroinferior del maxilar superior. Si las suturas del maxilar superior actuaran como zonas reactivas, responderían al crecimiento del cartílago nasal formando hueso nuevo cuando las suturas se abrieran como consecuencia de las fuerzas generadas por el cartílago en crecimiento. Una zona pequeña de cartílago tendría que influir en una zona extensa de suturas, pero ciertamente es posible que exista esa función de marcapasos. El mecanismo para el crecimiento del maxilar superior consistiría inicialmente en un empuje anterior como resultado del alargamiento de la base del cráneo, y posteriormente en una tracción anterior desde el cartílago nasal.

Se han llevado a cabo dos tipos de experimentos para tratar de confirmar la idea de que el cartílago puede actuar como un verdadero centro de crecimiento. Estos experimentos se basan en el análisis de los resultados de los trasplantes de cartílagos y en la valoración de los efectos que tiene sobre el crecimiento el hecho de eliminar el cartílago a una edad temprana.

Los experimentos con trasplantes demuestran que no todos los cartílagos esqueléticos actúan del mismo modo al ser trasplantados. Si se trasplanta un fragmento de la placa epifisaria de un hueso largo, seguirá creciendo en su nueva ubicación o en los cultivos, lo que implica que estos cartílagos tienen una



FIGURA 2-38 Vista de perfil de un hombre al que se le extirpó el tabique nasal cartilaginoso a los 8 años de edad por una lesión. La evidente deficiencia mesofacial apareció tras la resección del tabique.

capacidad innata de crecimiento. Parece probable que el cartílago de las sincondrosis de la base craneal se comportase de manera parecida si pudiese ser obtenido en el momento más adecuado. Resulta difícil obtener cartílago de las sincondrosis de la base craneal para realizar trasplantes, sobre todo a una edad temprana, que es cuando el cartílago crece activamente en condiciones normales; tal vez ello explica por qué el cartílago de esa zona no crece *in vitro* tan bien como el cartílago de una placa epifisaria. En experimentos anteriores, el trasplante de cartílago del tabique nasal dio resultados equívocos: algunas veces crecía y otras no. Sin embargo, en experimentos más precisos realizados recientemente se ha podido comprobar que el cartílago del tabique nasal crece en cultivo casi tan bien como el cartílago de placa epifisaria.¹⁵ Cuando se trasplantó el cóndilo mandibular al interior del cerebro, se observó un crecimiento escaso o nulo, y en estudios recientes de mayor precisión el cartílago del cóndilo mandibular mostró un crecimiento notablemente menor que los demás cartílagos.¹⁶ De acuerdo con los resultados de estos experimentos, parece ser que los otros cartílagos pueden actuar como centros de crecimiento, pero no así el cóndilo mandibular.

También son muy instructivos los experimentos realizados para comprobar el efecto que tiene el hecho de eliminar el cartílago. Se basan en la idea de que si al extirpar una zona cartilaginosa disminuye o se detiene el crecimiento, tal vez se trate de un centro de crecimiento importante. Obviamente, al extirpar el tabique a un roedor, se provoca una deficiencia considerable en el crecimiento de la región mesofacial. Sin embargo, esto no quiere decir necesariamente que el efecto de estos experimentos sobre el crecimiento se deba totalmente a la pérdida del cartílago. Se puede alegar que la propia cirugía y las consiguientes alteraciones del aporte sanguíneo a esa zona son las causantes de los cambios en el crecimiento, y no la pérdida del cartílago.

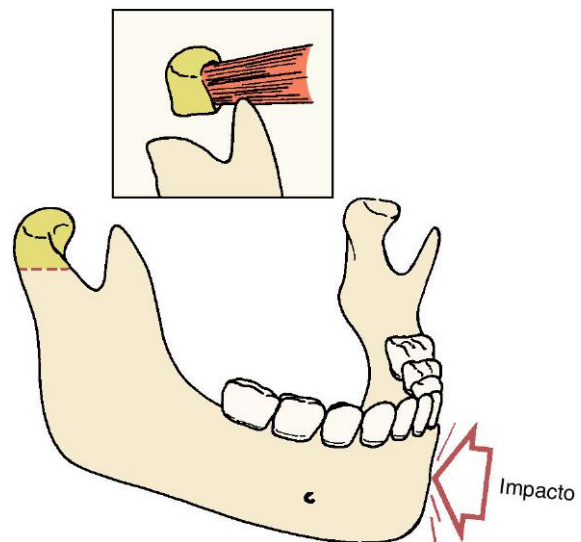


FIGURA 2-39 Un golpe lateral en la mandíbula puede fracturar la apófisis condilar contralateral. Si se produce, la tracción del músculo pterigoideo lateral retrae el fragmento condilar, incluido el cartílago, y después es reabsorbido.

Se han publicado muy pocos casos de pérdida precoz del tabique cartilaginoso nasal en seres humanos. En la figura 2-38 presentamos a un individuo al que se le extirpó todo el tabique a los 8 años como consecuencia de una lesión. Se puede apreciar que sufrió una deficiencia mesofacial, pero no podemos achacarla con total seguridad a la pérdida del cartílago. No obstante, la merma del crecimiento en los animales experimentales a los que se les ha extirpado el cartílago es lo bastante llamativa como para

que casi todos los estudiosos deduzcan que el cartílago septal tiene algún potencial innato de crecimiento y que su pérdida se traduce en algunas consecuencias para el crecimiento maxilar, y los infrecuentes casos en humanos reafirman este punto de vista.

El cuello del cóndilo mandibular es una zona relativamente frágil. Cuando la mandíbula sufre un golpe brusco lateralmente, suele fracturarse justo por debajo del cóndilo contralateral. Cuando así sucede, el fragmento condilar suele retraerse y alejarse bastante de su ubicación anterior, debido a la tracción del músculo pterigoideo lateral (fig. 2-39). En estas condiciones, el cóndilo desaparece literalmente y es reabsorbido con el paso del tiempo. Las fracturas condilares son relativamente frecuentes en niños. Si el cóndilo fuera un centro de crecimiento importante, cabría esperar que el crecimiento se viese gravemente afectado al producirse este tipo de lesión a una edad temprana. En este caso, el tratamiento lógico sería la intervención quirúrgica para localizar el segmento condilar y volver a colocarlo en posición.

Dos excelentes estudios llevados a cabo en Escandinavia en los años sesenta refutaron esta opinión. Tanto Gilhuus-Moe¹⁷ como Lund¹⁸ demostraron que después de la fractura del cóndilo mandibular de un niño existían muchas posibilidades de que la apófisis condilar se regenerase y alcanzara aproximadamente su tamaño original, así como una pequeña probabilidad de que se hipertrofiase tras la lesión. En experimentos realizados con animales, se observó que tras una fractura se reabsorbe todo el hueso y el cartílago originales y se regenera un nuevo cóndilo directamente a partir del periostio del foco de fractura (fig. 2-40). En última instancia, aunque solo en experimentos animales, se forma una nueva capa de cartílago en la superficie condilar. Aunque no existen pruebas directas de que la propia capa de cartílago se regenere en los niños tras una fractura condilar, es probable que suceda lo mismo que en lo observado en los animales.

Sin embargo, el 15-20% de los niños escandinavos estudiados que habían sufrido una fractura condilar mostraban una merma del crecimiento tras la fractura. Esta reducción del crecimiento parece estar relacionada con el grado de traumatismo sufrido por los tejidos blandos y con la cicatriz que aparece en la zona. En la sección siguiente comentaremos el mecanismo de este fenómeno.

En resumen, parece ser que los cartílagos epifisarios y (probablemente) las sincondrosis de la base del cráneo pueden actuar y lo hacen como centros de crecimiento independientes, al igual que el tabique nasal (tal vez en menor medida). Los experimentos con trasplantes o en los que se extirpa el cóndilo confirman la idea de que el cartílago del cóndilo mandibular no es un centro importante. Esto mismo sucede con los estudios del propio cartílago cuando se compara con el cartílago de crecimiento primario. Parece que el crecimiento de los cóndilos mandibulares se asemeja más al de las suturas maxilares (totalmente reactivo) que al de las placas epifisarias.

Teoría de crecimiento de la matriz funcional

Si no fueran el hueso ni el cartílago los determinantes del crecimiento del esqueleto craneofacial, parecería que el control tendría que recaer en los tejidos blandos adyacentes. Moss expresó este punto de vista formalmente en los años sesenta, en su teoría sobre el crecimiento de la «matriz funcional», y fue revisado y

actualizado por el mismo en los años noventa.¹⁹ Aunque admite el potencial innato de crecimiento de los cartílagos de los huesos largos, su teoría sostiene que ni el cartílago del cóndilo mandibular ni el del tabique nasal son determinantes en el crecimiento de los maxilares. Este autor postula que el crecimiento de la cara se produce como respuesta a unas necesidades funcionales e influencias neurotrópicas y está mediado por los tejidos blandos que recubren a los maxilares. Según este punto de vista conceptual, los tejidos blandos crecen y el hueso y el cartílago reaccionan a este tipo de control epigenético.

El crecimiento del cráneo ilustra muy bien este concepto de crecimiento esquelético. No existen muchas dudas de que el crecimiento de la bóveda craneal es una respuesta directa al aumento de tamaño del cerebro. La presión que ejerce el cerebro separa los huesos craneales en las suturas y el tejido óseo neoformado va rellenando pasivamente los huecos abiertos, de modo que la cubierta ósea vaya adaptándose al cerebro.

Este fenómeno se puede comprobar fácilmente en los seres humanos por dos observaciones (fig. 2-41). En primer lugar, cuando el cerebro es muy pequeño, el cráneo también lo es y existe microcefalia. En ese caso, el tamaño de la cabeza es una representación exacta del tamaño del cerebro. La segunda observación es el trastorno conocido como hidrocefalia. En este caso, está alterada la reabsorción del líquido cefalorraquídeo que se acumula, provocando un aumento de la presión intracraneal. Este aumento impide el desarrollo del cerebro, de modo que los pacientes con hidrocefalia pueden tener un cerebro pequeño y sufrir retraso mental, aunque este trastorno también da lugar a un crecimiento enorme de la bóveda craneal. La hidrocefalia descontrolada puede dar lugar a un cráneo dos o tres veces mayor que su tamaño normal, con unos huesos frontal, parietal y occipital muy aumentados de tamaño. Este es probablemente el ejemplo más claro del funcionamiento de una «matriz funcional». Otro excelente ejemplo es la relación que existe entre el tamaño del ojo y las dimensiones de la órbita. Un ojo grande o pequeño provocará un cambio equivalente en el tamaño de la cavidad orbital. En este caso, el ojo es la matriz funcional.

Moss postula que el principal determinante del crecimiento del maxilar y de la mandíbula es el aumento de tamaño de las cavidades nasal y oral, que crecen como respuesta a las necesidades funcionales. Su teoría no aclara en qué forma se transmiten las necesidades funcionales a los tejidos que rodean la boca y la nariz, pero predice que los cartílagos del tabique nasal y de los cóndilos mandibulares no son determinantes importantes del crecimiento y que su pérdida tendrá muy poco efecto sobre el mismo, siempre que se pueda mantener una función adecuada. Sin embargo, desde el punto de vista de esta teoría, la ausencia de una función normal tendría efectos muy variados.

Ya hemos señalado que, en el 75-80% de los niños que sufren fracturas condilares, la pérdida del cóndilo no impide el crecimiento mandibular. El cóndilo se regenera muy bien. ¿Qué sucede con el 20-25% de niños que sufren una deficiencia en el crecimiento tras la fractura condilar? ¿Podría deberse la deficiencia de crecimiento a alguna interferencia funcional?

La respuesta parece ser claramente afirmativa. Se sabe desde hace muchos años que la anquilosis de la ATM (v. fig. 2-39), definida como una fusión de la articulación que impide el movimiento (lo que interrumpe totalmente el crecimiento) o lo limita (lo que entorpece el crecimiento) dificulta considerablemente el crecimiento mandibular. La anquilosis mandibular puede



FIGURA 2-40 Después de una fractura del cóndilo y de una reabsorción del mismo, la regeneración de un cóndilo nuevo es bastante probable en los seres humanos. Esto ocurrirá dependiendo de la gravedad de las lesiones de los tejidos blandos que acompañan a la fractura. **A.** A los 5 años, se observó la asimetría mandibular en el transcurso de una visita dental rutinaria. Obsérvese la ausencia de apófisis condilar izquierda. El historial refiere una caída a la edad de 2 años con impacto en el mentón que provocó una fractura condilar, sin regeneración hasta esa fecha. **B.** A los 8 años, después del tratamiento con una aplicación funcional asimétrica que llevó a un crecimiento del lado afectado y a una disminución de la asimetría. **C.** A los 14 años, al final del brote de crecimiento de la adolescencia. Se observa una regeneración del cóndilo del lado afectado en **(B)** y **(C)**.

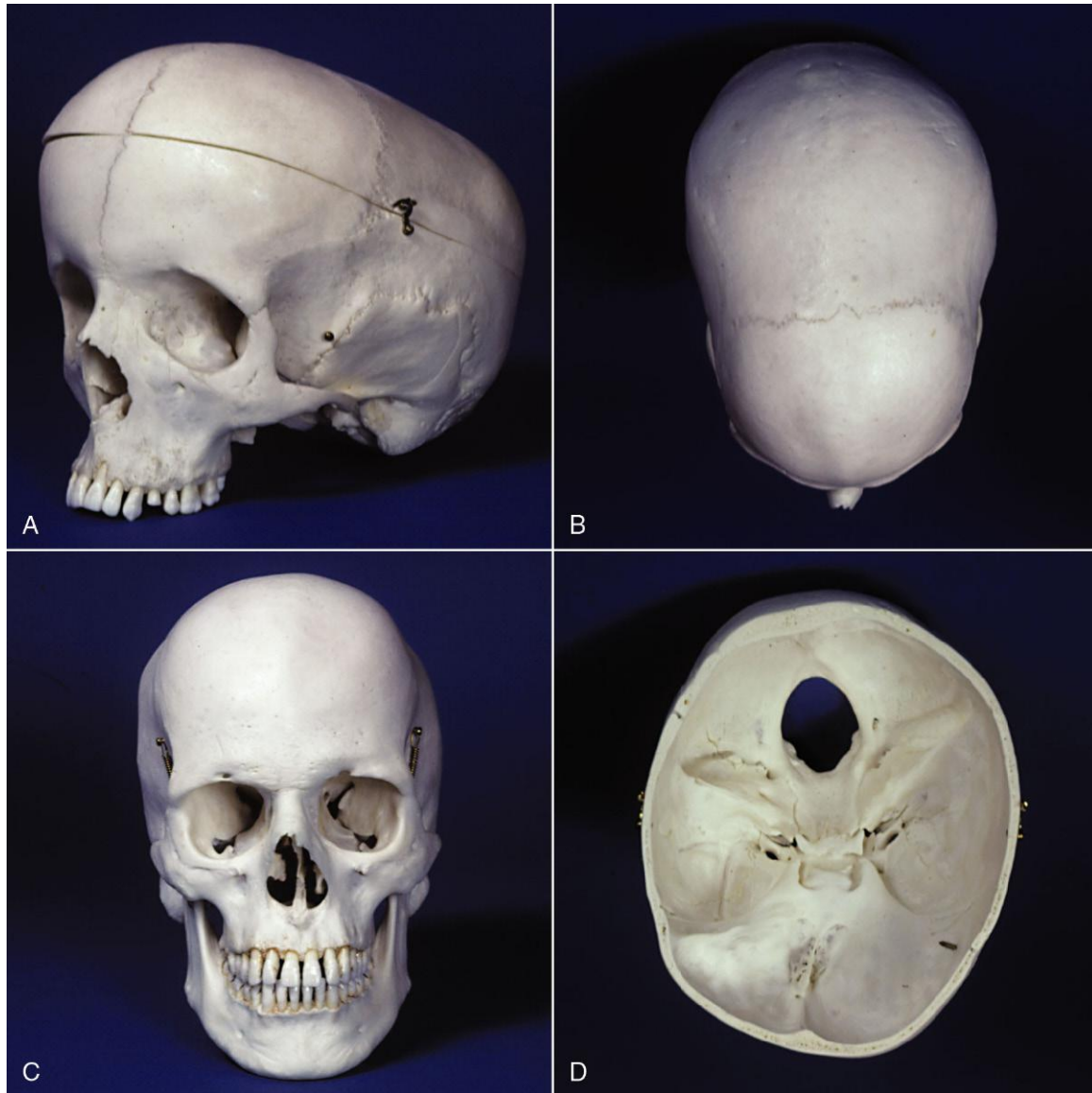


FIGURA 2-41 A. Cráneo de un niño pequeño con hidrocefalia. Obsérvese el tremendo crecimiento de la caja cerebral en respuesta al aumento de la presión intracraneal. B y C. Vistas superior y frontal del cráneo de un individuo con escafocefalia, en el que la sutura sagital media se cierra prematuramente. Obsérvese la ausencia de sutura sagital media y la gran estrechez del cráneo. Para compensar esta imposibilidad de crecimiento lateral, el cerebro y la caja cerebral se han alargado posteriormente de forma anómala. D. Base del cráneo de un individuo con fusión prematura de las suturas del lado derecho; de ahí la marcada asimetría que afectó tanto al cráneo como a la base del mismo.

producirse por diferentes mecanismos. Por ejemplo, una causa posible sería una infección grave en la zona articular, que destruye los tejidos y deja una cicatriz en última instancia (fig. 2-42). Por supuesto, otra causa son los traumatismos, que pueden limitar el crecimiento si la lesión de los tejidos blandos es bastante extensa y da lugar a una cicatriz que dificulta el movimiento al curar la lesión. Esta restricción mecánica dificulta la traslación mandibular cuando crecen los tejidos blandos adyacentes, y restringe el crecimiento mandibular.

Es muy interesante, y posiblemente muy significativo desde el punto de vista clínico, que en algunas circunstancias sea posible inducir el crecimiento óseo en zonas creadas quirúrgicamente mediante la técnica denominada *osteogenia por distracción*

(fig. 2-43). El cirujano ruso Ilizarov descubrió en la década de los cincuenta que si se practicaban unos cortes en la corteza de un hueso largo de las extremidades, a continuación era posible elongar el brazo o la pierna aplicando tracción para separar los segmentos óseos. Las investigaciones en curso demuestran que los mejores resultados se obtienen cuando este tipo de distracción comienza algunos días después de la cicatrización inicial y la formación del callo, y cuando se separan los segmentos a un ritmo de 0,5-1,5 mm por día. Sorprendentemente, pueden formarse grandes cantidades de nuevo tejido óseo en la zona quirúrgica, y a veces se pueden elongar varios centímetros el brazo o la pierna. Actualmente, la osteogenia por distracción se utiliza mucho para corregir deformidades en las extremidades, sobre todo des-



FIGURA 2-42 Vista oblicua (A) y de perfil (B) de una niña en la que una infección grave de las celdillas mastoideas afectó a las articulaciones temporomandibulares y provocó anquilosis mandibular. Es muy aparente la restricción del crecimiento mandibular resultante.

pués de alguna lesión, pero también en pacientes con problemas congénitos.

El hueso mandibular tiene una estructura interna bastante parecida a la de los huesos de las extremidades, aunque su desarrollo sigue un curso muy diferente. Está claro que es posible elongar el maxilar inferior mediante la osteogenia por distrac-

ción (fig. 2-44), y de esta manera es como mejores cambios (1 cm o más) se consiguen en la longitud de la mandíbula. En cualquier caso, el posicionamiento preciso de la mandíbula no es posible por lo que la cirugía ortognática sigue siendo el método preferido para tratar sus deficiencias. En cierto sentido, la inducción del crecimiento mediante la separación de

TABLA 2-1

Crecimiento de las unidades craneofaciales

Crecimiento	Bóveda craneal	Base craneal	Maxilar superior	Mandíbula
Lugares	Suturas (importantes) Superficies (menos importantes)	Sincondrosis Suturas (lateralmente)	Suturas Superficies: <i>aposición</i> <i>remodelación</i>	Cóndilo Rama Otras superficies
Centros	Ninguno	Sincondrosis	Ninguno	Ninguno
Tipo (modo)	Mesenquimatoso	Endocondral Mesenquimatoso (lateral únicamente)	Mesenquimatoso	Endocondral (cóndilo únicamente) Mesenquimatoso
Mecanismo	Presión para separar las suturas	Crecimiento intersticial en las sincondrosis	Empuje del cartílago (base craneal) Tracción de los tejidos blandos ¿Empuje del cartílago? (tabique nasal)	Tracción de los tejidos blandos (¿neurotrófico?)
Factor determinante	Presión intracraneal (crecimiento cerebral)	Genética (en las sincondrosis) Tracción del cartílago (en las suturas laterales)	Tracción de los tejidos blandos (¿neurotrófico?)	Tracción de los tejidos blandos (¿neurotrófico?)

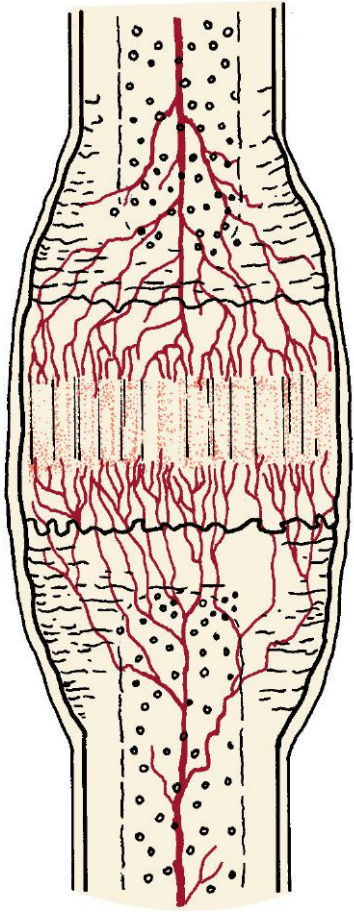


FIGURA 2-43 Representación esquemática de la osteogénesis por distracción en un hueso largo. En el diagrama se representa la situación tras practicar unos cortes óseos en la corteza, la cicatrización inicial y después de algunas semanas de distracción. En el centro, una interzona fibrosa radiotransparente con haces de colágeno orientados longitudinalmente en la zona por la que se está alargando el hueso. Se observan fibroblastos proliferantes y células mesenquimatosas indiferenciadas por toda la zona. En el límite de la interzona aparecen los osteoblastos. Se observa a ambos lados de la interzona una vascularización muy rica en una zona de mineralización. Por debajo existe una zona de remodelación. Esta secuencia de formación de una matriz de colágeno estirado, mineralización y remodelación es típica de la osteogénesis por distracción. (Reproducido a partir de Samchukov M, et al. In: McNamara J, Trotman C, eds. *Distraction Osteogenesis and Tissue Engineering*. Ann Arbor, Mich: The University of Michigan Center for Human Growth and Development; 1998.)

los huesos craneales y faciales por sus suturas es un método de distracción. La manipulación del crecimiento del maxilar, que influye sobre el crecimiento en sus suturas, ha constituido una parte importante del tratamiento ortodóncico durante muchos años, y esto puede llevarse a cabo en edades más avanzadas con asistencia quirúrgica. En el capítulo 19 se analiza con mayor detalle el estado actual de la osteogénesis por distracción como técnica para corregir las deficiencias en el crecimiento de la cara y los maxilares.

En resumen, parece ser que el crecimiento craneal se produce casi enteramente como respuesta al crecimiento del cerebro

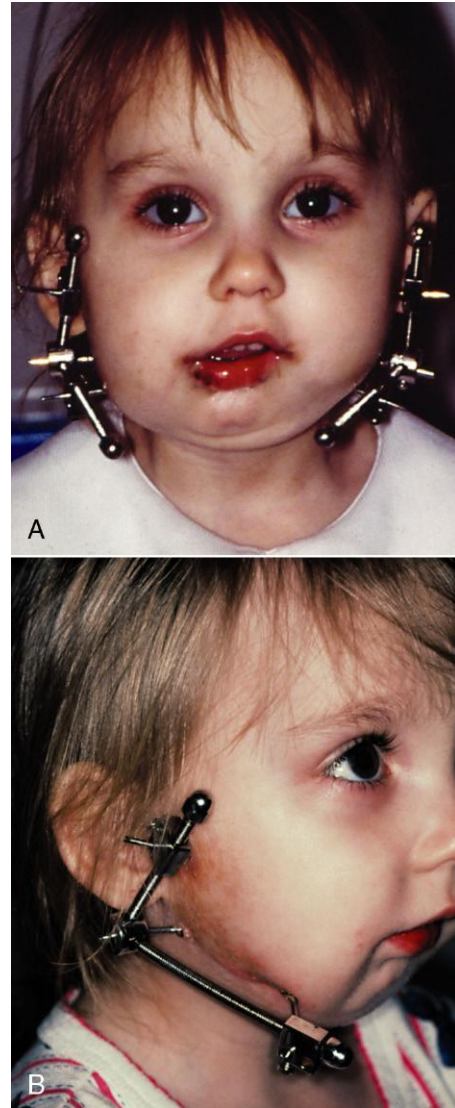


FIGURA 2-44 Fijación externa para la elongación mandibular mediante osteogénesis por distracción en un niño con una grave deficiencia mandibular asimétrica secundaria a una lesión producida a una edad temprana. Actualmente, no suele utilizarse la fijación externa para la distracción mandibular debido a que deja cicatrices en la cara.

(tabla 2-1). El crecimiento de la base del cráneo se debe sobre todo al crecimiento endocondral y a la sustitución ósea en las sincondrosis, que poseen un potencial de crecimiento independiente, pero que tal vez están influidas por el crecimiento del cerebro. El crecimiento del maxilar y de las estructuras asociadas se produce por una combinación del crecimiento en las suturas y de una remodelación directa de las superficies del hueso. El maxilar se desplaza en sentido anteroinferior al crecer la cara y las suturas van rellenándose con hueso neoformado. No se sabe en qué medida el crecimiento del cartílago del tabique nasal colabora al desplazamiento del maxilar, pero es probable que este cartílago y los tejidos blandos circundantes contribuyan a la reubicación anterior del maxilar. La mandíbula crece por proliferación endocondral a nivel condilar y por aposición y re-

absorción ósea a nivel superficial. Parece claro que la mandíbula se desplaza en el espacio por el crecimiento de los músculos y los demás tejidos blandos adyacentes, y que la adición de nuevo hueso al cóndilo se produce como respuesta a los cambios en los tejidos blandos.

DESARROLLO SOCIAL Y CONDUCTUAL

F. T. McIver y W. R. Proffit

Podemos considerar que el crecimiento físico es el resultado de las interacciones entre la proliferación celular genéticamente controlada y las influencias ambientales que modifican el programa genético. Podemos considerar asimismo que el comportamiento es el resultado de la interacción entre las pautas de conducta innatas o instintivas y los comportamientos aprendidos después del nacimiento. En los animales, parece ser que la mayoría de los comportamientos son instintivos, aunque incluso los animales inferiores tienen una cierta capacidad de aprendizaje conductual. Por otra parte, se suele aceptar en los seres humanos que casi todas las pautas de comportamiento son aprendidas.

Por este motivo, en los seres humanos resulta más difícil establecer las fases del desarrollo conductual que las del desarrollo físico. La mayor proporción de conductas aprendidas significa que lo que consideramos como efectos ambientales pueden modificar significativamente la conducta del individuo. Por otra parte, existen conductas humanas instintivas (p. ej., el impulso sexual) y en cierto sentido, el resultado de la conducta depende del modo en que el aprendizaje haya modificado los impulsos conductuales instintivos. Como norma general, cuanto mayor es un individuo, más complejas serán sus pautas de comportamiento y mayor importancia tendrán las conductas aprendidas.

En esta sección presentamos una breve revisión acerca del desarrollo social, cognoscitivo y conductista, simplificando enormemente un tema muy complejo y centrándonos en la valoración y el tratamiento de los niños que se someten a un tratamiento odontológico y ortodóncico. En primer lugar, presentamos el proceso por el que se puede aprender un comportamiento. En segundo lugar, revisamos el sustrato estructural del comportamiento. Parece ser que dicho sustrato guarda relación con la organización del sistema nervioso en los diferentes momentos y con los componentes emocionales en los que se basa la expresión del comportamiento. Hacemos hincapié en las implicaciones que tienen los aspectos teóricos comentados en el tratamiento cotidiano de nuestros pacientes.

Aprendizaje y desarrollo del comportamiento

Los mecanismos básicos del aprendizaje parecen ser los mismos a todas las edades. Al avanzar en el mismo, aparecen comportamientos y habilidades más complejos, pero resulta difícil clasificar este proceso en etapas diferentes; parece más apropiado un modelo de flujo continuo. Conviene recordar que aquí abordamos el desarrollo de las pautas de comportamiento, no la adquisición de conocimientos o de habilidades intelectuales en el sentido académico.

En la actualidad, los psicólogos suelen considerar que existen tres mecanismos diferentes para el aprendizaje de las respuestas conductuales: 1) condicionamiento clásico; 2) condicionamiento operante, y 3) condicionamiento por observación.

Condicionamiento clásico

El condicionamiento clásico fue descrito originalmente por el fisiólogo ruso Ivan Pavlov en el siglo XIX, cuyos estudios sobre los reflejos pusieron de manifiesto que estímulos aparentemente no relacionados podían producir una conducta refleja. Los ex-

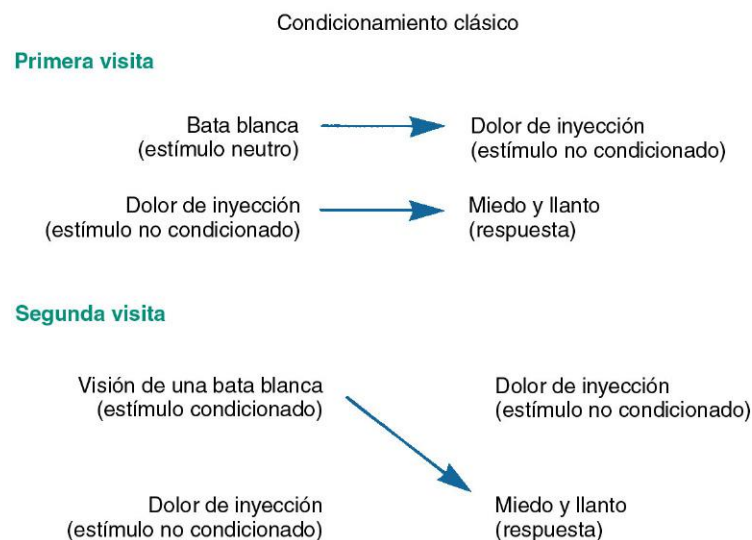


FIGURA 2-45 El condicionamiento clásico hace que un estímulo inicialmente neutro llegue a asociarse a uno que dé lugar a una reacción específica. Si individuos con batas blancas son los encargados de administrar las inyecciones que hacen llorar al niño, la visión de una persona con bata blanca puede provocar un acceso de llanto.

perimentos clásicos de Pavlov consistían en mostrar alimentos a un animal hambriento, junto con algún otro estímulo, por ejemplo el sonido de un timbre. La visión de la comida provoca normalmente la salivación por un mecanismo reflejo. Si se hace sonar un timbre cada vez que se presentan los alimentos, se acaba asociando el estímulo sonoro del timbre con el estímulo de la presentación de los alimentos y, en un tiempo relativamente corto, el sonido del timbre provoca por sí solo la salivación. Por tanto, el condicionamiento clásico funciona por el simple proceso de asociar un estímulo con otro (fig. 2-45). De ahí que a veces se denomine *aprendizaje por asociación* a este tipo de aprendizaje.

El condicionamiento clásico actúa con facilidad en los niños pequeños, y puede tener un impacto considerable en la conducta de un niño pequeño en su primera visita a la consulta de un dentista. Cuando un niño acude por primera vez a la consulta, incluso si es a una edad muy temprana, es muy probable que haya tenido numerosas experiencias con los pediatras y el personal médico. Cuando un niño siente dolor, la reacción refleja consiste en llorar y retraerse. En términos pavlovianos, la producción de dolor es un estímulo no condicionado, pero se pueden asociar algunas de las circunstancias en las que se produce ese dolor con este estímulo no condicionado.

Por ejemplo, no es usual que un niño vea a personas que lleven únicamente uniformes o batas blancas. Si el niño llega a asociar el estímulo no condicionado del tratamiento doloroso

con el estímulo condicionado de las batas blancas, podría llorar y retraerse inmediatamente en cuanto vea al odontólogo o a su ayudante vestidos de blanco. En ese caso, el niño ha aprendido a asociar el estímulo condicionado del dolor con el estímulo no condicionado del adulto vestido de blanco, y la mera visión de la bata blanca basta para provocar la conducta refleja asociada inicialmente con el dolor.

Las asociaciones de este tipo tienden a generalizarse. Las experiencias dolorosas y desagradables asociadas con el tratamiento médico pueden extenderse al ambiente de la consulta del médico, de tal modo que el ambiente general de la sala de espera, la recepcionista y los otros niños que esperan su turno pueden provocar llantos y retraimiento después de varias experiencias en la consulta del médico, incluso sin que haya rastro de batas blancas.

Debido a esta asociación, el tratamiento conductual en la consulta del dentista resulta más sencillo si dicha consulta se parece lo menos posible a la consulta pediátrica típica o a un hospital clínico. Se ha comprobado que cuando los odontólogos y sus ayudantes trabajan con niños, se puede reducir la ansiedad de los mismos si presentan un aspecto diferente al que suele asociarse con los médicos (fig. 2-46). También es útil tratar de diferenciar lo más posible la primera visita del niño de visitas anteriores a los médicos. Siempre que sea posible, hay que evitar



FIGURA 2-46 A. Cuando un nuevo paciente infantil entra en la consulta de odontología ortodóncica pediátrica, tanto el entorno como el aspecto del médico que le da la bienvenida tienen deliberadamente una apariencia totalmente diferente de la de una clínica ambulatoria del hospital, en la que pueden haber ocurrido algunas cosas desagradables con anterioridad. B. Mientras este chico espera su turno, después de que le hayan invitado a la zona de tratamiento para ver cómo es, están examinando a su hermana. Si esta es su primera visita al consultorio, no hay que hacerle nada que pueda causarle ningún dolor.

REFUERZO

Estímulo condicionado

Estímulo no condicionado

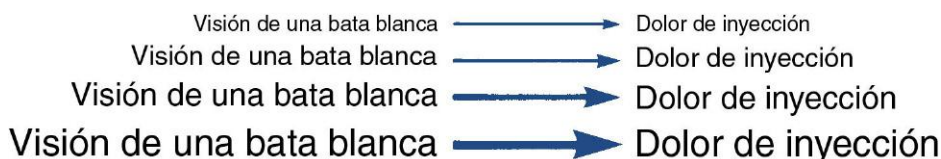


FIGURA 2-47 La asociación entre un estímulo condicionado y otro no condicionado se ve potenciada cada vez que tienen lugar los mismos. A este proceso se le denomina *refuerzo*.

todo tratamiento que pueda producir dolor durante la primera visita al dentista.

La asociación entre un estímulo condicionado y otro no condicionado se ve potenciada o reforzada cada vez que aparecen juntos (fig. 2-47). Cada vez que un niño va a un hospital en el que le hacen algo doloroso, se refuerza la asociación entre el dolor y la atmósfera general de la clínica, al estar el niño cada vez más convencido de que en ese lugar ocurren cosas desagradables. Por el contrario, si no se refuerza la asociación entre un estímulo condicionado y otro no condicionado, dicha asociación puede debilitarse, y en última instancia puede desaparecer la respuesta condicionada. Este es el fenómeno conocido como *extinción de una conducta condicionada*. Este es el punto de partida para una «visita feliz» al odontólogo después de una visita estresante. Una vez que se ha establecido una respuesta condicionada, hay que reforzarla, aunque sea solo ocasionalmente, para mantenerla. Si existe una asociación muy fuerte entre el dolor y la consulta del médico, pueden ser necesarias muchas visitas sin experiencias desagradables ni dolorosas para que cese la asociación con el llanto y el retraimiento.

Lo contrario a la generalización de un estímulo condicionado es la discriminación. La asociación condicionada de las batas blancas con el dolor puede generalizarse fácilmente a cualquier circunstancia relacionada con la consulta médica. Si un niño acude a otras consultas que son algo diferentes a aquellas en las que le hacen cosas dolorosas, por ejemplo la consulta de un dentista, en la que no son necesarias las inyecciones dolorosas, se establece muy pronto una discriminación entre ambos tipos de consultas y desaparece la respuesta generalizada a todas las consultas como lugares en los que ocurren cosas dolorosas.

Condicionamiento operante

B. F. Skinner, el famoso teórico del conductismo de estos últimos años, destacó la importancia del condicionamiento operante, que puede considerarse conceptualmente como una extensión significativa del condicionamiento clásico. Skinner afirmó que

los comportamientos humanos más complejos pueden explicarse desde el punto de vista del condicionamiento operante. Sus teorías, que limitan el papel de la determinación consciente del individuo en favor de la determinación inconsciente, encontraron una gran oposición, pero lograron explicar con notable éxito muchos aspectos de la conducta social demasiado complicados como para poder ser comprendidos desde la perspectiva del condicionamiento clásico.

Dado que la teoría del condicionamiento operante explica, o pretende explicar, el comportamiento complejo, no debe sorprendernos que la propia teoría resulte muy compleja. Aunque no podemos analizar aquí con detalle el condicionamiento operante, presentamos una visión general muy breve que ayude a comprender el aprendizaje de comportamientos que los niños mayores pueden mostrar en la consulta del dentista o del ortodoncista.

El principio básico del condicionamiento operante consiste en que las consecuencias del propio comportamiento son un estímulo que puede influir en la conducta futura (fig. 2-48). En otras palabras, las consecuencias derivadas de una respuesta modificarán las probabilidades de que esa respuesta se repita en una situación parecida. En el condicionamiento clásico, un estímulo da lugar a una respuesta; en el condicionamiento operante, una respuesta se convierte en un estímulo adicional. La regla general es que, si la consecuencia de una respuesta determinada es agra-

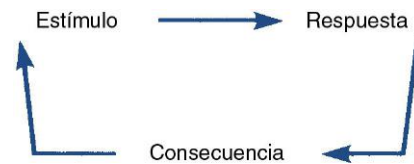


FIGURA 2-48 El condicionamiento operante se diferencia del clásico en que se considera a la consecuencia de una conducta como un estímulo para la conducta futura. Esto quiere decir que las consecuencias de una respuesta determinada influirán en las probabilidades de que esa respuesta se repita en una situación parecida.

	Aumenta la probabilidad de respuesta	Disminuye la probabilidad de respuesta
Estímulo agradable (S ₁)	I S ₁ presentado Refuerzo positivo o premio	III S ₁ retirado Omisión o tiempo muerto
Estímulo desagradable (S ₂)	II S ₂ retirado Refuerzo negativo o escape	IV S ₂ presentado Castigo

FIGURA 2-49 Los cuatro tipos básicos de condicionamiento operante.



FIGURA 2-50 Después de salir de la zona de tratamiento de la consulta de odontología pediátrica, los niños pueden elegir ellos mismos su premio: refuerzo positivo para conseguir su cooperación.

dable o deseable, es más probable que esa respuesta se repita en el futuro. Pero si una respuesta determinada tiene consecuencias desagradables, disminuye la probabilidad de que dicha respuesta se emplee más adelante.

Skinner describió cuatro tipos básicos de condicionamiento operante, diferenciándolos por la naturaleza de las consecuencias (fig. 2-49). El primero es el *refuerzo positivo*. Si después de una respuesta se producen consecuencias agradables, la respuesta se ve reforzada positivamente y es probable que la conducta que dio lugar a esas consecuencias agradables se repita en el futuro. Así, si un niño recibe una recompensa (p. ej., un juguete) por portarse bien durante su primera visita al dentista, es más probable que se vuelva a comportar bien en visitas posteriores; su conducta se ha visto reforzada positivamente (fig. 2-50).

El segundo tipo de condicionamiento operante, denominado *refuerzo negativo*, consiste en el rechazo de un estímulo desagradable tras una respuesta. Al igual que en el refuerzo positivo, el refuerzo negativo aumenta las probabilidades de una respuesta determinada en el futuro. En este contexto, el término *negativo* resulta algo engañoso. Se refiere únicamente al hecho de que la respuesta reforzada es una respuesta que lleva a la desaparición de un estímulo indeseable. Hay que tener presente que el refuerzo negativo no es sinónimo del término *castigo*, que es otro tipo de condicionante operativo.

Podemos citar como ejemplo el caso de un niño que considera la visita a un hospital como una experiencia desagradable y que tiene una rabieta ante la perspectiva de tener que ir. Si esta conducta (respuesta) permite al niño librarse de acudir a la clínica, su comportamiento se ha visto reforzado negativamente y es muy probable que se repita la próxima vez que se le proponga la visita a la clínica. Por supuesto, puede suceder lo mismo con la consulta del dentista. Si una conducta considerada inaceptable por el dentista y sus colaboradores tiene éxito y permite al niño librarse del tratamiento odontológico, esa conducta se ha visto reforzada negativamente y es más probable que se repita la próxima vez que el niño acuda a la consulta del dentista. En la práctica odontológica, es importante reforzar únicamente la conducta deseable, e igualmente importante tratar de no reforzar la no deseable.²⁰

Los otros dos tipos de condicionamiento operante limitan las probabilidades de una respuesta. El tercer tipo, la *omisión* (también denominada *tiempo muerto*), consiste en eliminar un estímulo agradable tras una respuesta determinada. Por ejemplo, si a un niño que tiene una rabieta se le retira su juguete favorito durante algún tiempo como consecuencia de esa conducta, disminuye la probabilidad de que se repita ese mal comportamiento. Dado que es probable que los niños consideren la atención de los demás como un estímulo muy agradable, no prestarles atención tras una conducta indeseable es una forma de omisión que puede reducir el comportamiento no deseado.

El cuarto tipo de condicionamiento operante, el *castigo*, se produce cuando se presenta un estímulo desagradable tras una respuesta. También limita las probabilidades de que el comportamiento que inspiró el castigo se repita en el futuro. El castigo, al igual que las demás formas de condicionamiento operante, es eficaz a cualquier edad, no solo en los niños. Por ejemplo, si un odontólogo con su nuevo coche deportivo recibe una multa por conducir a más de 75 km/h por una calle con velocidad limitada a 50 km/h, es probable que conduzca más despacio la próxima vez que pase por esa calle, sobre todo si sabe que sigue funcionando el mismo control por radar. Por supuesto, el castigo se ha empleado tradicionalmente como método para modificar el comportamiento de los niños, aunque en unas sociedades más que en otras.

Por lo general, los refuerzos positivo y negativo son las formas más adecuadas de condicionamiento operante que se pueden aplicar en la consulta de un dentista, especialmente para motivar a los pacientes ortodóncicos que deben cooperar en su casa, incluso más que en la consulta. Ambos tipos de refuerzo aumentan las probabilidades de que se produzca una determinada conducta, en vez de tratar de suprimir un comportamiento como hacen el castigo y la omisión. Simplemente con elogiar a un niño por su buena conducta se consigue un refuerzo positivo, y se puede lograr un refuerzo adicional ofreciendo alguna recompensa tangible.

Los niños mayores son tan sensibles al refuerzo positivo como los más pequeños. Por ejemplo, los adolescentes con edad de someterse a tratamiento ortodóncico pueden obtener un refuerzo positivo con una sencilla chapita que lleve la inscripción «El mejor paciente ortodóncico del mundo», o algo parecido. Otro ejemplo sencillo de refuerzo positivo es un sistema de recompensas, como una camiseta con alguna inscripción a modo de premio por acudir tres veces a consulta con una buena higiene dental (fig. 2-51).

El refuerzo negativo, que también incrementa las probabilidades de que se produzca un determinado comportamiento, es más difícil de utilizar como método conductista en la consulta odontológica, pero puede ser eficaz en determinadas circunstancias. Si un niño está preocupado por un determinado tratamiento, pero comprende que se ha abreviado la intervención por su buena conducta, se refuerza negativamente el comportamiento deseado. En el tratamiento ortodóncico, las sesiones prolongadas de cementado de bandas y brackets se desarrollan mejor y con menos conflictividad si el niño comprende que su colaboración ha permitido abreviar el proceso y reducir las posibilidades de que haya que repetirlo.

Los otros dos tipos de condicionamiento operante, la omisión y el castigo, deben usarse con moderación en la consulta



FIGURA 2-51 A. En este paciente de 8 años se está utilizando el refuerzo positivo concediéndole una chapa de «paciente fenomenal» tras su visita al odontólogo. B. Este mismo método funciona con los pacientes ortodóncos de más edad, que disfrutan al recibir una chapa o una camiseta que lleve alguna inscripción relacionada con el tratamiento ortodóncico (p. ej., «los aparatos ortodóncos son *chulos*»).

odontológica. Dado que en la omisión se retira un estímulo positivo, el niño puede reaccionar con ira o frustración. Cuando se utiliza el castigo, se producen a veces miedo e ira. De hecho, el castigo puede dar lugar a una respuesta de miedo del tipo del condicionamiento clásico. Obviamente, es conveniente que el odontólogo y su equipo traten de evitar que el niño (o el adulto) sienta temor e ira.

Una forma leve de castigo que se puede usar con los niños es el denominado «control por la voz», que consiste en hablar al niño con voz firme para lograr su atención, diciéndole que su comportamiento en ese momento es inaceptable y explicándole cómo debe comportarse. Esta técnica debe emplearse con cuidado, y se debe premiar al niño cuando mejore su comportamiento. Es más eficaz cuando se ha establecido una relación cálida y afectuosa entre el equipo odontológico y el paciente.²¹



FIGURA 2-52 Aprendizaje por observación: un niño aprende una conducta observando primero y ejecutándola después. Así pues, si se permite que un niño más pequeño observe a otro mayor mientras este se somete tranquilamente a tratamiento dental (en este caso, un examen ortodóncico que incluye una impresión dental), aumentan enormemente las posibilidades de que se comporte del mismo modo cuando le toque a él recibirla.

No cabe duda de que el condicionamiento operante puede emplearse para modificar la conducta de los individuos a cualquier edad, y que constituye la base de muchas pautas de comportamiento en la vida. Los teóricos del conductismo creen que el condicionamiento operante establece las pautas de casi todas las conductas, y no solo de las relativamente superficiales. Sea cierto o no, el condicionamiento operante es un medio muy poderoso para el aprendizaje de la conducta y una influencia muy importante para el resto de la vida.

Como sucede en el condicionamiento clásico, al condicionamiento operante también se aplican los conceptos del refuerzo como opuesto a la extinción, así como la generalización como opuesta a la discriminación. Por supuesto, en el condicionamiento operante estos conceptos se aplican a las situaciones en las que una respuesta da lugar a una consecuencia determinada, no al estímulo condicionado que controla directamente la respuesta condicionada. El refuerzo positivo o negativo adquiere aún mayor eficacia cuando se repite, aunque no es necesario dar un premio en cada visita al consultorio para obtener un refuerzo positivo. Igualmente, el condicionamiento logrado mediante un refuerzo positivo puede extinguirse si la conducta deseada va seguida de una omisión, un castigo o simplemente de una falta de refuerzo positivo adicional.

También se puede generalizar el condicionamiento operante que se produce en una situación a otras situaciones similares. Por ejemplo, es probable que un niño que ha recibido un refuerzo positivo por su buena conducta en la consulta del pediatra se porte bien en su primera visita a una consulta de dentista que esté equipada de forma parecida, ya que preverá también un premio en la misma, basándose en la similitud de la situación. Sin embargo, un niño que sigue recibiendo recompensas por su buena conducta en la consulta del pediatra, pero no recibe nada parecido en la del dentista, aprenderá a discriminar entre ambas situaciones y en última instancia podrá portarse mejor con el pediatra que con el dentista.

Aprendizaje por observación (modelos)

Otra poderosa forma de adquirir pautas de conducta se basa en limitar la conducta observada en el contexto social (fig. 2-52, v. también fig. 2-46, B). Este tipo de aprendizaje parece ser diferente del basado en los condicionamientos clásico u operante. Por supuesto, la adquisición de pautas de comportamiento por la imitación de la conducta de los demás es totalmente compatible con ambos tipos de condicionamiento. Algunos teóricos²² destacan la importancia del aprendizaje por imitación en un contexto social, mientras que otros, sobre todo Skinner y sus partidarios, aducen que el condicionamiento tiene más importancia, aunque reconocen que se puede aprender a través de la imitación. Parece ciertamente que gran parte de lo que aprende un niño en el consultorio de un dentista se puede basar en la observación de sus hermanos, de otros niños e incluso de sus padres.

Existen dos fases diferentes en el aprendizaje por observación: la *adquisición* del comportamiento por observación, y la *ejecución* real de dicho comportamiento. Un niño puede observar muchos comportamientos y adquirir de ese modo la capacidad de ponerlos en práctica, sin demostrar o ejecutar ese comportamiento inmediatamente. Los niños pueden aprender casi cualquier conducta que hayan observado de cerca y no sea demasiado complicada para ellos en función de su nivel de desarrollo físico. Un niño es testigo de una gran cantidad de posibles comportamientos, adquiriendo la mayoría de los mismos aunque no llegue a ejecutarlos inmediatamente o no los ejecute nunca.

La posibilidad de que un niño ponga en práctica un comportamiento adquirido depende de varios factores; uno de los más importantes es el de las características del modelo a imitar. Si al niño le agrada el modelo o siente respeto por él, existen más probabilidades de que llegue a imitarlo. Por este motivo, los padres o los hermanos mayores suelen ser objeto de imitación para los niños. Para los de preescolar y bachillerato elemental, los compañeros de su misma edad o algo mayores representan modelos cada vez más importantes, al tiempo que va disminuyendo la influencia de padres y hermanos mayores. En el caso de los adolescentes, la pandilla es la principal fuente de modelos para imitar.

Otra influencia importante sobre la posible ejecución de una conducta son las consecuencias previsibles de la misma. Si un niño observa cómo su hermano mayor se niega a obedecer las órdenes de su padre y comprueba a continuación que tras la negativa viene el castigo, es poco probable que desafíe a su padre en el futuro, pero aun así es probable que haya aprendido esa conducta y, si se enfrenta a su padre, puede comportarse de forma parecida.

El aprendizaje por observación puede ser un arma importante en el tratamiento odontológico. Si un niño observa cómo un hermano mayor se somete al tratamiento odontológico sin quejarse ni oponerse, es probable que imite esa conducta. Si ve que su hermano mayor recibe un premio, el niño pequeño esperará también una recompensa por portarse bien. Dado que los padres son un importante modelo de imitación para el niño pequeño, es probable que la actitud de la madre ante el tratamiento odontológico influya en la propia actitud del niño.

Los estudios realizados han demostrado que uno de los factores que mejor permiten predecir la posible ansiedad de un niño durante el tratamiento odontológico es el grado de ansiedad de



FIGURA 2-53 Sala de tratamiento ortodóncico de un consultorio de odontología ortodóncica infantil, con tres sillones en una zona de tratamiento abierta. Esto tiene la ventaja de que los pacientes pueden aprender observando a los demás.

la madre. Una madre que se siente tranquila y relajada ante la perspectiva del tratamiento odontológico enseña a su hijo por observación que esa es la actitud adecuada ante el tratamiento, mientras que una madre nerviosa y alarmada tiende a provocar el mismo tipo de respuestas en su hijo.^{23,24}

El aprendizaje por observación puede emplearse para mejorar la disposición de las zonas de tratamiento. Hace tiempo, era habitual que los dentistas dispusieran de pequeños gabinetes privados en los que trataban a todo tipo de pacientes, tanto niños como adultos. La tendencia actual en ortodoncia, sobre todo en el tratamiento de niños y adolescentes, pero también en el de los adultos en alguna medida, consiste en una zona abierta con varias etapas de tratamiento (fig. 2-53). Uno puede adquirir mucho aprendizaje por observación sentándose en un sillón de dentista y viendo cómo trabaja el odontólogo con otro paciente en un sillón contiguo. La comunicación directa entre los pacientes, que responden a preguntas sobre lo que les está sucediendo realmente, puede favorecer aún más el aprendizaje. Parece ser que niños y adolescentes se comportan mejor si reciben tratamiento en clínicas abiertas en lugar de hacerlo en gabinetes privados, y en esto tiene un papel importante el aprendizaje por observación.²⁵ Por supuesto, el dentista confía en que el paciente que espera observe un comportamiento adecuado por parte del paciente que está recibiendo el tratamiento, como es lógico que suceda en una clínica bien gestionada.

En un trabajo clásico que sigue siendo un resumen excelente, Chambers revisaba lo que hemos tratado en esta sección dentro del contexto de un niño que acude al dentista.²⁶

Fases del desarrollo afectivo y cognoscitivo

Desarrollo afectivo

A diferencia de lo que sucede con el aprendizaje continuo por condicionamiento y observación, tanto el desarrollo afectivo o de la personalidad como el desarrollo cognoscitivo o intelectual pasan por diversas fases relativamente diferenciadas. La descripción actual del desarrollo afectivo se basa en la teoría psicoanalítica de

LAS «OCHO EDADES DEL HOMBRE» DE ERIKSON

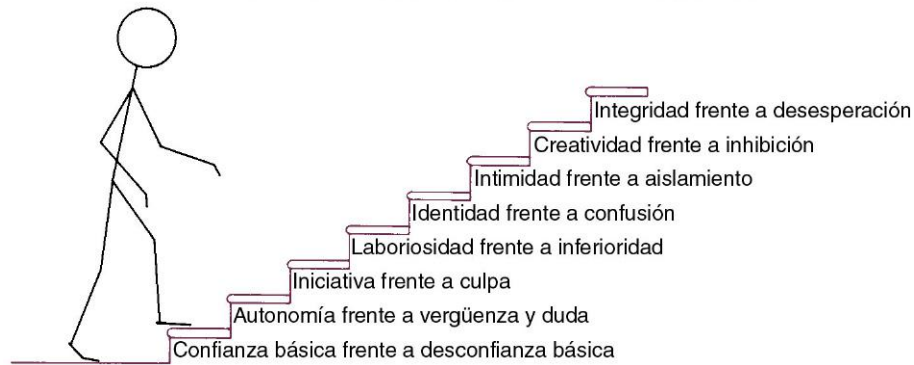


FIGURA 2-54 Las fases del desarrollo afectivo de Erikson: el orden es más constante que el momento en que se alcanza cada una de las fases. Algunos adultos nunca alcanzan las fases finales en la escala del desarrollo.

Sigmund Freud sobre el desarrollo de la personalidad, ampliada notablemente por Erik Erikson.²⁷ El trabajo de Erikson, aunque guarda relación con el de Freud, supone una notable desviación con respecto a las fases psicosexuales propuestas por Freud. Sus «ocho edades del hombre» representan una progresión a través de una serie de fases de desarrollo de la personalidad. Según Erikson, «el desarrollo psicosocial evoluciona en etapas críticas, indicando el término «crítico» una característica de los momentos cruciales, de los momentos de decisión entre el avance y el retroceso, entre la integración y el retraso». Según este punto de vista, cada fase del desarrollo representa una «crisis psicosocial», en la que el individuo recibe las influencias de su entorno social para desarrollarse más o menos hacia un extremo de las cualidades conflictivas de la personalidad que predominan en esa fase.

Aunque las fases del desarrollo de Erikson guardan relación con las edades cronológicas, como sucede en el desarrollo físico, estas varían entre unos individuos y otros, pero el orden de las fases de desarrollo es constante. Esto se parece a lo que ocurre con el desarrollo físico, con la diferencia de que es posible, y de hecho, es probable, que algunas cualidades asociadas a fases anteriores se manifiesten en fases posteriores debido a una resolución incompleta de las fases precedentes.

Las fases del desarrollo afectivo de Erikson son (fig. 2-54):

1. Desarrollo de la confianza básica (desde el nacimiento hasta los 18 meses). En esta fase inicial del desarrollo afectivo se establece una confianza, o desconfianza, básica en el entorno. El desarrollo adecuado de la confianza depende de que exista una madre o un sustituto que sea afectuoso y constante, y que satisfaga las necesidades fisiológicas y afectivas del niño. Existen teorías muy sólidas, pero ninguna respuesta clara, acerca de cómo deben ser los cuidados maternos, pero es importante que se establezcan fuertes lazos afectivos entre los progenitores y el niño. Estos lazos deben mantenerse para que el niño pueda desarrollar una confianza básica en el mundo que le rodea. De hecho, el crecimiento físico se puede demorar notablemente si la figura materna no satisface las necesidades afectivas del niño.

Es muy conocido el síndrome de «privación materna», en el que el niño recibe un apoyo materno insuficiente, aunque por fortuna es poco frecuente. Estos niños no ganan peso y sufren un retraso en su desarrollo físico y afectivo. Para que la



FIGURA 2-55 Esta niña estaba muy ansiosa como consecuencia del tratamiento odontológico, y la presencia de su madre en la sala de tratamiento durante las visitas iniciales fue muy importante para que pudiera llegar a confiar en la odontóloga. Una vez que ha adquirido confianza, la presencia de la madre ya no es necesaria ni aconsejable.

privación materna produzca un déficit en el crecimiento físico, ha de ser muy importante. Unos cuidados maternos inestables que no producen efectos físicos apreciables pueden provocar una carencia de confianza básica. Esto puede afectar a niños de familias deshechas o que han vivido en una serie de hogares adoptivos.

Los fuertes lazos afectivos que se establecen entre padres e hijos en esta fase inicial del desarrollo afectivo quedan patentes en la gran «ansiedad de separación» que siente un niño cuando se le separa de sus padres. Si un niño necesita tratamiento odontológico a una edad muy temprana, suele ser preferible que estén presentes los padres y, a ser posible, que uno sujete al niño. En edades posteriores, un niño que no ha llegado a desarrollar un sentimiento de confianza básica tendrá problemas a la hora de afrontar situaciones que requieren confiar en otra persona. Es probable que ese individuo sea un paciente muy asustado y reacio a colaborar, y que el dentista y su equipo tengan que esforzarse especialmente para conseguir su cooperación y confianza; la presencia de uno de los padres en la



FIGURA 2-56 Durante el período en el que los niños desarrollan su autonomía, los conflictos con hermanos, compañeros y padres pueden parecer interminables. En esta fase, conocida a menudo como los «terribles 2 años», es necesario establecer límites obligatorios en la conducta del niño para que pueda desarrollar su confianza en un entorno predecible.

zona de tratamiento durante las visitas iniciales puede ser de gran ayuda (fig. 2-55).

2. Desarrollo de la autonomía (desde los 18 meses hasta los 3 años). Se suele decir que los niños que tienen unos 2 años de edad están pasando por «la terrible edad de los 2 años», debido a su falta de cooperación y a su conducta frecuentemente odiosa. En esta fase del desarrollo emocional, el niño se está alejando de la madre y desarrollando un sentimiento de identidad individual o autonomía. Típicamente, el niño lucha por ejercer el libre albedrío en su vida. Oscila entre portarse como un diablillo que se niega a cualquier deseo de sus padres e insistir en hacer las cosas a su modo, y portarse como un ángel que recurre a sus padres en momentos de necesidad. Los padres y los demás adultos frente a los que el niño reacciona en esta fase deben protegerle de las consecuencias de conductas peligrosas o inaceptables, al tiempo que le brindan la oportunidad de desarrollar un comportamiento independiente. El establecimiento de límites obligatorios y constantes para su conducta en esta fase permite al niño desarrollar aún más su confianza en un entorno predecible (fig. 2-56).

Si el niño no consigue desarrollar un sentimiento de autonomía adecuado, empezará a dudar de su capacidad para valerse por sí mismo, lo que le hará a su vez dudar de los demás. Erikson define la situación que se produce como un estado de vergüenza, como una sensación de que quedan al descubierto

los propios defectos. La autonomía en el control de las funciones corporales es un componente importante de esta fase, ya que el niño pequeño aprende a ir solo al cuarto de baño y deja de usar pañales. En esta fase (y más aún en las posteriores), orinarse en los pantalones produce una gran vergüenza. Esta fase se considera decisiva para la aparición de determinadas características de la personalidad: amor en oposición al odio, cooperación en oposición al egoísmo y libertad de expresión en oposición a la timidez. Citando a Erikson: «A partir de una sensación de autocontrol, sin pérdida de la autoestima, nace un sentimiento duradero de buena voluntad y de orgullo; a partir de una sensación de pérdida del autocontrol y de control ejercido por otra persona, nace una propensión duradera hacia la inseguridad y la vergüenza».²⁷

Un factor clave para poder lograr que un niño de esta edad colabore en el tratamiento consiste en hacerle creer que lo que desea el dentista es lo que ha elegido el propio niño, y no algo que le impone otra persona. A un niño de 2 años que busca su autonomía no le importa abrir la boca si así lo desea, pero le resulta psicológicamente inaceptable hacerlo si alguien le obliga. Esta situación puede evitarse ofreciendo al niño opciones razonables cuando sea posible (p. ej., escoger entre un babero verde o uno amarillo para el cuello).

Es probable que un niño de esta edad que considere que la situación es amenazante se refugie en su madre y no quiera separarse de ella. Puede ser útil que los padres estén presentes, incluso en las intervenciones más sencillas. A estas edades, los tratamientos complicados suelen representar un reto y pueden ser necesarias medidas extraordinarias como la sedación o la anestesia general.

3. Desarrollo de la iniciativa (de los 3 a los 6 años). En esta fase, el niño sigue acrecentando su autonomía, pero ahora se añaden la planificación y la insistencia en las diferentes actividades. La iniciativa se traduce en actividad física y movimiento, en una gran curiosidad y en el afán por preguntar por todo, así como en la forma agresiva de hablar. En esta fase, los padres y los profesores deben tratar de canalizar la actividad del niño hacia trabajos factibles, preparando las cosas para que pueda tener éxito y evitando que emprenda tareas que no pueda llevar a cabo. El niño es inherentemente moldeable en esta fase. Una parte de su iniciativa consiste en copiar con avidez el comportamiento de las personas a las que respeta.

Lo contrario a la iniciativa es el sentimiento de culpa que resulta de los objetivos que se persiguen, pero que no se alcanzan; de los actos que se inician, pero no se completan, o de las faltas o actos que son reprochados por las personas a las que el niño respeta. Según Erikson, la capacidad final del niño para desarrollar nuevas ideas o actividades depende de la forma en que pueda expresar pensamientos nuevos o hacer nuevas cosas en esta fase, sin que le hagan sentirse culpable por expresar una idea equivocada o por no lograr un objetivo determinado.

Casi todos los niños visitan por primera vez la consulta del dentista durante esta fase de iniciativa. Se puede plantear la visita al dentista como una aventura nueva y excitante de la que el niño puede salir triunfante. Si consigue superar la ansiedad de visitar al dentista, podrá desarrollar una mayor independencia y tendrá una sensación de triunfo. Por supuesto, una visita mal planteada puede contribuir a provocar el sentimiento de culpa que acompaña al fracaso. En esta fase, el niño sentirá una gran curiosidad por el consultorio del dentista y avidez por conocer

las cosas que allí se encuentran. Suele ser conveniente que el niño efectúe una visita de exploración con su madre, en la que apenas se realice tratamiento para empezar con buen pie. Tras la experiencia inicial, un niño de esta edad suele tolerar la separación de la madre durante el tratamiento y es probable que se porte mejor en estas circunstancias, reforzando así la independencia y no la dependencia.

4. Dominio de la destreza (de los 7 a los 11 años). Durante esta fase, el niño se esfuerza para adquirir la destreza académica y social que le permitirá competir en una sociedad en la que se concede un reconocimiento especial a los que producen. Al mismo tiempo, el niño está aprendiendo las reglas por las que se rige el mundo. En palabras de Erikson, el niño adquiere «laboriosidad» y empieza a prepararse para ingresar en un mundo competitivo y productivo. La competencia con otros en un sistema de recompensas se convierte en una realidad; al mismo tiempo, empieza a comprender que algunos trabajos solo pueden llevarse a cabo colaborando con otras personas. Disminuye la influencia de los padres como modelos a seguir y aumenta la de los amigos.

El lado negativo del desarrollo afectivo y de la personalidad en esta fase puede ser la adquisición de un sentimiento de inferioridad. Un niño que empieza a competir en el marco académico, social y físico se encontrará con otros que hacen mejor algunas cosas y con algunos que hacen mejor casi todo. Algún otro es elegido para el grupo más avanzado, escogido como jefe del grupo o seleccionado antes para el equipo. Si el niño no se compara con sus compañeros utilizando un baremo muy amplio, está predispuesto a desarrollar una sensación de inutilidad, inferioridad e insuficiencia. También en esta fase es importante que los adultos responsables traten de organizar un entorno que plantee retos, pero retos con una posibilidad razonable de ser cumplidos y que no garanticen el fracaso.

En esta fase, el niño ya debe haber visitado por primera vez al dentista, aunque un número importante de niños no lo habrá hecho. El tratamiento ortodóncico suele iniciarse durante esta fase. Los niños de esta edad tratan de aprender las habilidades y las reglas que condicionan el éxito en cualquier situación, incluido el consultorio del dentista. Un factor clave en la orientación de la conducta del niño consiste en establecer objetivos intermedios asequibles, explicando claramente al niño la forma de alcanzarlos y reforzando positivamente el éxito en la consecución de los mismos. Dados los deseos del niño de trabajar y lograr los objetivos, se podrá obtener su colaboración durante el tratamiento, especialmente si el buen comportamiento se refuerza inmediatamente después.

Es probable que el tratamiento ortodóncico a estas edades implique la utilización de aparatos de quita y pon. Que el niño siga el tratamiento correctamente dependerá en gran medida de que comprenda lo que debe hacer para complacer al dentista y a sus padres, de que cuente con el apoyo de sus amigos y de que el dentista refuerce el comportamiento deseado.

No es probable que los niños de estas edades se sientan motivados por conceptos abstractos como «si llevas este aparato, masticarás mejor». Sin embargo, pueden motivarse por una mayor aceptación o consideración dentro de su grupo de amigos. Con ello queremos decir que, si insistimos en que sus dientes tendrán mejor aspecto si coopera, es más probable que el niño se sienta motivado que si hablamos de que mejorará

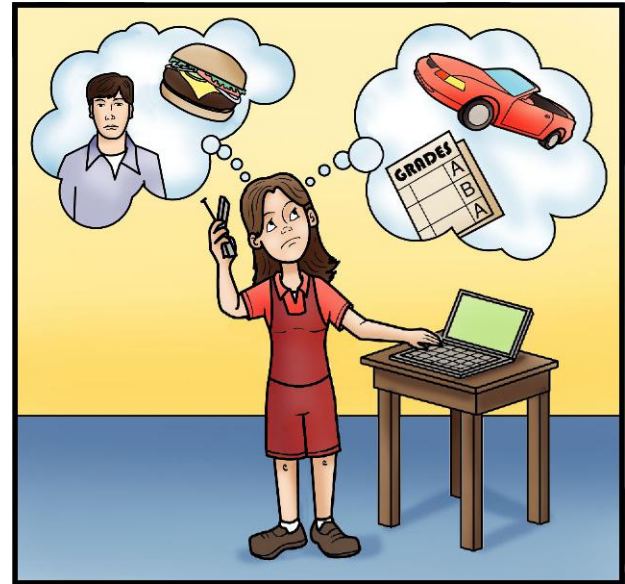


FIGURA 2-57 La adolescencia es una fase complejísima, ya que el joven debe afrontar nuevas oportunidades y retos. La sexualidad incipiente, las presiones académicas, la obtención de dinero, la mayor movilidad, las aspiraciones profesionales y los intereses lúdicos se combinan, dando lugar a tensiones y compensaciones.

su mordida, aspecto que es probable que no sea apreciado por sus amigos.

5. Desarrollo de la identidad personal (de los 12 a los 17 años). La adolescencia es un período de desarrollo físico muy intenso y es también la etapa del desarrollo psicológico en la que se adquiere una identidad personal diferenciada. Este sentido de identidad comprende un sentimiento de pertenecer a un grupo mayor, así como la conciencia de que es posible llevar una existencia al margen de la familia. Se trata de una fase complejísima, debido al gran número de nuevas oportunidades que van surgiendo. La sexualidad incipiente complica las relaciones con los demás. Al mismo tiempo, cambia la capacidad física, aumentan las responsabilidades académicas y empiezan a definirse las posibilidades profesionales.

El establecimiento de una identidad propia requiere un alejamiento parcial de la familia, con lo que aumenta aún más la importancia del grupo de amigos, ya que ofrece una sensación de continuidad, a pesar de los cambios drásticos que sufre el individuo (fig. 2-57). Los amigos se convierten en importantes modelos a seguir y es probable que se rechacen los valores y gustos de los padres y de otras autoridades. Al mismo tiempo, es necesario apartarse algo del grupo de amigos para establecer la exclusividad y los valores propios. Conforme va avanzando la adolescencia, la incapacidad para apartarse del grupo indica que existe algún fallo en el desarrollo de la identidad, lo cual puede dar lugar a una mala orientación de cara al futuro, a confusión con respecto al propio lugar en la sociedad y a una escasa autoestima.

La mayor parte del tratamiento ortodóncico se lleva a cabo durante los años de la adolescencia, y la conducta de los adolescentes puede suponer un reto muy notable. Dado que rechazan la

autoridad paterna, el tratamiento ortodóncico crea una situación psicológica negativa si se efectúa básicamente por deseo de los padres y no del chico. En esta fase, solo debe emprenderse el tratamiento ortodóncico si así lo desea el paciente, y no para complacer a los padres.

Podemos clasificar las motivaciones para buscar tratamiento en internas y externas. Las motivaciones externas son las presiones que ejercen los demás, como cuando el chico se somete al tratamiento «para que su madre le deje en paz». Las internas se basan en el deseo del propio individuo de recibir tratamiento para corregir un defecto que él ha percibido, no uno detectado por esas figuras autoritarias cuyos valores está rechazando.²⁸ Es muy importante la aprobación por parte de los amigos. Hace tiempo era como un estigma ser el único del grupo que tenía la desgracia de llevar un aparato. Ahora, en algunas zonas de EE. UU. y de otros países desarrollados, el tratamiento ortodóncico es algo tan frecuente que se puede perder algo de estatus si uno es de los pocos del grupo que no lleva brackets. Por este motivo, se puede solicitar un tratamiento innecesario con el objeto de seguir siendo «uno de la pandilla».

Es muy importante que un adolescente desee activamente recibir tratamiento como algo que se hace *por él* y no que se le hace *a él*. En esta fase, se captan rápidamente los conceptos abstractos, pero no es probable que se haga caso a los requerimientos para hacer algo por su impacto sobre la salud personal. El adolescente típico considera que los problemas sanitarios le son ajenos, y esta es una actitud generalizada que se traduce en las muertes accidentales por conducir alocadamente o en la aparición de zonas de descalcificación por cepillarse mal los dientes.

6. Desarrollo de las relaciones íntimas (adultos jóvenes). Las fases adultas del desarrollo comienzan con el establecimiento de relaciones de intimidad con otras personas. El adecuado desarrollo de las relaciones íntimas depende de la disposición a comprometerse, e incluso a sacrificarse, para poder mantener una relación. El éxito en este aspecto da lugar al establecimiento de la camaradería y el compañerismo, ya sea con los amigos o con otros seres del mismo sexo a la hora de trabajar para alcanzar algún objetivo profesional. El fracaso lleva al aislamiento con relación a los demás y es probable que también vaya acompañado de intensos prejuicios y de una serie de actitudes que sirven para mantener alejados a los demás y no para establecer una relación más estrecha.

Cada vez es mayor el número de adultos jóvenes que solicitan tratamiento ortodóncico. Es frecuente que estos individuos deseen corregir una imagen dental que consideran deteriorada. Pueden pensar que un cambio de imagen les ayudará a establecer relaciones íntimas. Por otra parte, la «nueva imagen» conseguida con el tratamiento ortodóncico puede alterar las relaciones establecidas con anterioridad.

Los factores que influyen en el desarrollo de las relaciones íntimas comprenden todas las facetas del individuo: aspecto, personalidad, cualidades afectivas, inteligencia, etc. Si se produce un cambio significativo en cualquiera de estas facetas, la otra persona lo puede considerar como un cambio en las relaciones. Debido a estos problemas potenciales, hay que valorar con el paciente y explicarle el posible impacto psicológico del tratamiento ortodóncico antes de iniciarlo.

7. Orientación de la generación siguiente (adultos). Una de las principales responsabilidades de los adultos maduros es establecer y guiar a la siguiente generación. Obviamente, una parte fundamental de este proceso es llegar a ser un buen padre, pero otro aspecto de esa responsabilidad es el servicio al grupo, a la sociedad y al país. En pocas palabras, no solo se orienta a la siguiente generación criando e influyendo a nuestros propios hijos, sino también colaborando en los servicios sociales necesarios para garantizar el éxito de dicha generación. La característica opuesta de la personalidad de los adultos maduros es la apatía, caracterizada por la autoindulgencia y la conducta egocéntrica.

8. Consecución de la integridad (adultos mayores). La etapa final del desarrollo psicosocial consiste en conseguir la integridad. En esta etapa, el individuo ya se ha adaptado a la mezcla de gratificaciones y decepciones que experimenta todo adulto. Este sentimiento de integridad puede definirse como la sensación de que uno ha aprovechado al máximo las circunstancias de la vida y está en paz con ella. La característica opuesta es la desesperación. Este sentimiento suele definirse como de disgusto e infelicidad en sentido general, y suele ir acompañado por el temor a que la vida se acabe antes de que podamos conseguir un cambio que nos permita alcanzar la integridad.

Desarrollo cognoscitivo

El desarrollo cognoscitivo o desarrollo de la capacidad intelectual se produce también en una serie de fases relativamente diferenciadas. Como sucede con las restantes teorías psicológicas, la teoría del desarrollo cognoscitivo está estrechamente relacionada con un personaje sobresaliente, en este caso el psicólogo suizo Jean Piaget. Según Piaget y sus seguidores, el desarrollo de la inteligencia es otro ejemplo del fenómeno generalizado de la adaptación biológica. Todos nacemos con capacidad para adecuarnos o adaptarnos a las circunstancias ambientales físicas y socioculturales en las que debemos vivir.²⁹

Según Piaget, la adaptación se produce por dos procesos complementarios: la *asimilación* y la *acomodación*. Desde el comienzo, un niño incorpora o asimila los acontecimientos que se producen en su entorno en categorías mentales denominadas *estructuras cognoscitivas*. En este sentido, una estructura cognoscitiva es una clasificación de sensaciones y percepciones.

Por ejemplo, un niño que acaba de aprender la palabra «pájaro» tenderá a asimilar todos los objetos voladores a su idea de pájaro. Cuando vea una abeja, es probable que diga: «Mira, un pájaro». Sin embargo, para que se pueda desarrollar

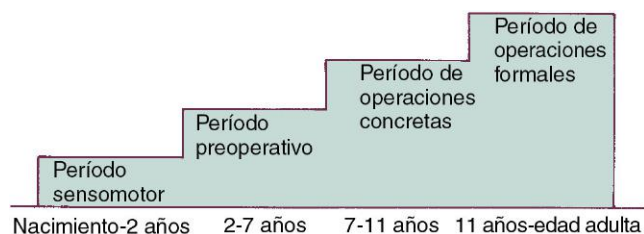


FIGURA 2-58 El desarrollo cognoscitivo se divide en cuatro períodos fundamentales, como se representa aquí.

su inteligencia, el niño debe seguir el proceso complementario de la acomodación. La acomodación se produce cuando el niño cambia su estructura cognoscitiva o categoría mental para representar mejor el entorno que le rodea. En el ejemplo anterior, el niño será corregido por un adulto o un chico mayor y aprenderá pronto a distinguir los pájaros de las abejas. En otras palabras, el niño se acomodará al hecho de ver una abeja, creando una categoría diferente entre los objetos voladores para las abejas.

La inteligencia se desarrolla de acuerdo a una interacción entre la asimilación y la acomodación. Cada vez que el niño de nuestro ejemplo vea un objeto volador, tratará de asimilarlo en las categorías cognoscitivas existentes. Si esas categorías no sirven, intentará acomodarlo creando otras nuevas. Sin embargo, la capacidad de adaptación del niño está limitada por su nivel de desarrollo en cada momento. La noción de que la capacidad de adaptación del niño está *relacionada con su edad* es un concepto fundamental en la teoría del desarrollo de Piaget.

Desde el punto de vista de la teoría del desarrollo cognoscitivo, la vida se puede dividir en cuatro fases fundamentales (fig. 2-58): el período *sensomotor*, que va desde el nacimiento hasta los 2 años de edad; el período *preoperativo*, desde los 2 a los 7 años; el período de *operaciones concretas*, desde los 7 años hasta la pubertad, y el período de *operaciones formales*, que comienza en la adolescencia y abarca toda la vida adulta. Como sucede en las restantes fases del desarrollo, hay que tener en cuenta que la división cronológica es variable, sobre todo en las fases finales. Algunos adultos jamás alcanzan la última fase. Pero el orden de estas fases es constante.

Parece ser que el niño piensa y ve el mundo de un modo muy diferente en las diferentes fases. Un niño no piensa igual que un adulto hasta alcanzar el período de operaciones formales. Dado que los procesos mentales del niño son muy diferentes, no se puede esperar que procese y utilice la información como lo haría un adulto. Para poder comunicarse con un niño, hay que conocer su nivel intelectual y de qué forma funcionan sus procesos mentales durante las diferentes fases del desarrollo.

Las siguientes secciones consideran las fases del desarrollo cognoscitivo de una forma más detallada.

1. Período sensomotor. Durante los primeros 2 años de vida, el niño pasa de ser un recién nacido que depende casi por completo de las actividades reflejas, a ser un individuo que puede desarrollar nuevas pautas de conducta para afrontar otro tipo de situaciones. Durante esta fase, el niño desarrolla conceptos rudimentarios sobre los objetos, incluida la idea de que los objetos que le rodean son permanentes; no desaparecen cuando el niño no los mira. Durante este período, se desarrollan formas sencillas de pensamiento que constituyen las bases del lenguaje, pero la comunicación entre el niño y los adultos en esta fase está muy limitada debido a la sencillez de los conceptos y a la carencia de posibilidades de expresión del niño. A esta edad, el niño tiene escasa capacidad para interpretar la información sensorial y una capacidad limitada para retroceder o anticiparse en el tiempo.

2. Período preoperativo. Dado que los niños mayores de 2 años empiezan a usar el lenguaje de una forma parecida a los adultos, podemos llegar a pensar que sus procesos mentales se parecen más a los de los adultos de lo que sucede en realidad. Durante el período preoperativo, se desarrolla la capacidad para elaborar símbolos mentales que representen a cosas y aconteci-

mientos que no estén presentes, y los niños aprenden a emplear palabras para simbolizar esos objetos ausentes. Sin embargo, como los niños pequeños utilizan palabras para simbolizar el aspecto o las características externas de los objetos, es frecuente que no consideren aspectos importantes, como la función, y a veces entienden algunas palabras de forma muy diferente a como lo hacen los adultos. Para un adulto, la palabra «abrigo» hace referencia a todo un grupo de prendas externas que pueden ser largas o cortas, gruesas o ligeras, etc. Sin embargo, para un niño preoperativo la palabra «abrigo» solo se relaciona inicialmente con la prenda que él utiliza, y la que usa su padre necesitaría otra palabra.

Una característica especialmente llamativa de los procesos mentales de los niños de esta edad es la naturaleza concreta de los mismos y, por consiguiente, la naturaleza concreta o literal de su lenguaje. En este sentido, concreto es lo opuesto a abstracto. Los niños que están en el período preoperativo entienden el mundo tal como lo perciben a través de sus cinco sentidos primarios. A los niños preoperativos les cuesta muchísimo asimilar conceptos que no se pueden ver, oír, oler, saborear o sentir (p. ej., el tiempo y la salud). A esta edad, los niños utilizan y entienden el lenguaje en un sentido literal, de manera que las palabras solo las entienden como las han aprendido. No pueden ir más allá del sentido literal de las frases hechas, y es probable que interpreten erróneamente los comentarios irónicos o sarcásticos.

Una característica general de los procesos mentales y el lenguaje durante el período preoperativo es el *egocentrismo*, en el sentido de que el niño no es capaz de asumir el punto de vista de otra persona. En esta fase, solo es capaz de captar su propia perspectiva, y asume que el punto de vista de los demás está simplemente más allá de su capacidad mental.

Otra característica de los procesos mentales en esta fase es el *animismo*: el niño confiere vida a los objetos inanimados. Esencialmente, todo lo que ve un niño pequeño tiene vida, lo que hace que a esta edad sean bastante aceptables las historias que otorgan vida a los objetos más inverosímiles. El animismo puede ser utilizado ventajosamente por el equipo dental, dando al instrumental y a los materiales nombres y cualidades de seres vivos. Por ejemplo, se puede dar un nombre al torno y decir que silba porque está contento mientras trabaja puliendo los dientes del niño.

En esta fase, la capacidad de razonamiento lógico está muy limitada y los procesos mentales del niño están dominados por las impresiones sensoriales inmediatas. Esta característica puede comprobarse pidiendo al niño que resuelva un problema de conservación de líquidos. Primero se le muestran dos vasos del mismo tamaño con agua en su interior. El niño reconoce que ambos contienen la misma cantidad de agua. Seguidamente, mientras el niño mira, se vierte el contenido de uno de los vasos en otro más alto y estrecho. Si ahora pedimos al niño que nos diga qué recipiente contiene más agua, generalmente nos responderá que el más alto. Sus impresiones se ven dominadas por la mayor altura que alcanza el agua en el vaso alto.

El equipo odontológico debe utilizar las sensaciones inmediatas y no los razonamientos abstractos para explicar a un niño de esta edad conceptos como la prevención de los problemas dentales. Una higiene oral excelente es muy importante cuando se utiliza un aparato ortodóncico (p. ej., un arco lingual para prevenir la desviación de los dientes). A un niño en este período preoperativo le costará entender una serie de razonamientos, por

ejemplo, los siguientes: «El cepillado y el uso de la seda dental permiten eliminar las partículas de alimentos, lo que impide a su vez que las bacterias produzcan ácidos que pueden provocar caries dentales». Es más probable que entienda lo siguiente: «Si te cepillas los dientes estarán más limpios y suaves» o «La pasta dentífrica hace que la boca te sepa mejor», ya que estas afirmaciones se basan en cosas que el niño puede probar o sentir inmediatamente.

Como es lógico, se puede utilizar el conocimiento de estos procesos mentales para una mejor comunicación con niños de estas edades.³⁰ Otro ejemplo sería el de tratar de explicar a un niño de 4 años la conveniencia de dejar de chuparse el pulgar. El dentista no tendrá muchos problemas para que el niño acepte la idea de que «el señor Pulgar» era el problema y que el niño y el dentista deben compincharse para controlar al señor Pulgar, que desea meterse en la boca del niño. En otras palabras, puede aplicarse el animismo, incluso a partes del propio cuerpo del niño, que parecen en este sentido cobrar vida propia.

Por otra parte, no sería necesario decir al niño lo orgulloso que se sentiría su padre si dejara de chuparse el pulgar, ya que pensaría que la actitud de su padre era la misma que la suya propia (egocentrismo). Como la noción que tiene el niño del tiempo se centra en el presente y se siente dominado por el aspecto, la sensación, el sabor y el sonido de las cosas en ese momento, tampoco tendría sentido explicarle a un niño de 4 años lo bonitos que serán sus dientes en el futuro si deja de chuparse el dedo. Sin embargo, si se le explica que sus dientes se sentirán mejor ahora o lo mal que sabe el pulgar, podemos conseguir un impacto mayor, ya que puede establecer una relación.

3. Período de operaciones concretas. Cuando un niño entra en esta fase, por lo general después de 1 año de actividades preescolares y de primer grado, adquiere una mayor capacidad de razonamiento. Puede utilizar un número limitado de procesos lógicos, especialmente en relación con los objetos que se pueden tocar y manipular (es decir, objetos concretos). Por consiguiente, un niño de 8 años podría ver cómo vertemos agua de un recipiente a otro, imaginarse el proceso a la inversa y deducir que la cantidad de agua permanece invariable, independientemente del tamaño del recipiente. Sin embargo, si se le plantea a un niño de esta edad un problema parecido, exponiéndolo solo con palabras y sin ilustrarlo con objetos concretos, puede ser que no logre resolverlo. El pensamiento del niño sigue basándose fundamentalmente en situaciones concretas, y tiene una capacidad limitada para razonar a niveles abstractos.

Durante esta etapa se desarrolla la capacidad para considerar otros puntos de vista y declina el animismo. Los niños de esta edad se parecen mucho más a los adultos en su forma de ver el mundo, pero siguen manteniendo diferencias cognoscitivas con ellos. La presentación de ideas como conceptos abstractos, en vez de ilustrarlas con objetos concretos, puede ser una barrera importante a efectos de comunicación. Las instrucciones deben ilustrarse con objetos concretos (fig. 2-59). «A partir de ahora este va a ser tu retenedor. Tienes que llevarlo con regularidad para mantener rectos tus dientes», es una frase demasiado abstracta. Se pueden dar instrucciones más concretas, como: «Este es tu retenedor. Métecelo así en la boca, y sácalo así. Póntelo todas las noches justo después de cenar, y llévalo hasta la mañana



FIGURA 2-59 Las instrucciones para un niño pequeño que vaya a usar un aparato ortodóncico de quita y pon deben ser concretas y explícitas. A esta edad no es posible motivar a los niños con conceptos abstractos, pero sí que influyen la aceptación o la actitud de sus compañeros de grupo.

siguiente. Cepíllalo así con un cepillo viejo y el jabón de lavavajillas de tu madre para mantenerlo siempre limpio».

4. Período de operaciones formales. La mayoría de los niños desarrollan la capacidad para afrontar conceptos y razonamientos abstractos hacia los 11 años de edad. En esta fase, los procesos mentales del niño se parecen ya a los de un adulto y puede comprender conceptos como salud, enfermedad y tratamiento preventivo. Intellectualmente, el niño a esta edad puede y debe ser tratado como un adulto. Es tan equivocado hablarle a un niño que ha desarrollado la capacidad de entender conceptos abstractos utilizando las frases concretas necesarias para un niño de 8 años, como asumir que un niño de 8 años puede manejar ideas abstractas. En otras palabras, para poder comunicarse adecuadamente, es necesario apreciar el nivel de desarrollo intelectual del niño (fig. 2-60).

Además de la capacidad para la abstracción, los adolescentes se desarrollan en el plano cognoscitivo hasta el punto de que pueden pensar acerca del pensamiento. Ahora son conscientes de que los demás también piensan, pero suelen suponer, en una nueva expresión de egocentrismo, que ellos y los demás piensan en las mismas cosas. Dado que los adolescentes jóvenes están sufriendo importantes cambios biológicos en su crecimiento y su desarrollo sexual, les preocupan mucho estos acontecimientos. Cuando un adolescente considera lo que pueden estar pensando los demás, asume que piensan lo mismo que él, es decir, en sí mismo. Los adolescentes suponen que los otros están tan preocupados por sus cuerpos, actos y sentimientos como ellos mismos. Se sienten como si

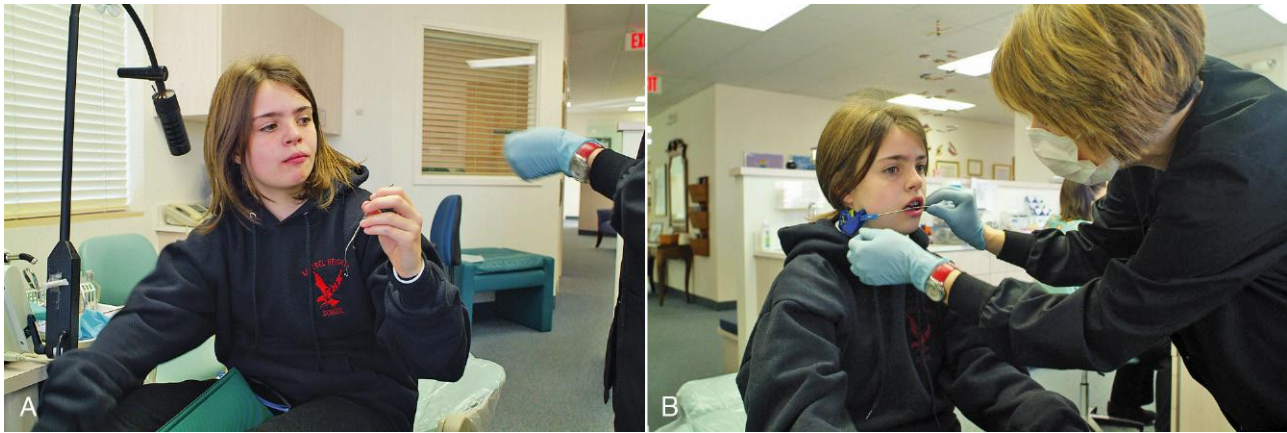


FIGURA 2-60 A y B. Las instrucciones a esta niña para que aprenda a ponerse y quitarse su casquete son muy importantes, pero con su grado de desarrollo puede y debe entender por qué tiene que llevarlo mientras le crecen los maxilares. Sería un error hablarle como si fuera una niña más pequeña.

estuvieran constantemente «en escena», siendo observados y criticados por los que les rodean. Elkind denomina a este fenómeno la «audiencia imaginaria».³¹

La audiencia imaginaria es una influencia muy poderosa para los adolescentes y les hace sentirse muy conscientes de sí mismos y especialmente sensibles a la influencia de los amigos. Están muy preocupados por lo que pensarán los amigos de su apariencia y sus actos, sin darse cuenta de que los demás están demasiado ocupados en ellos mismos para prestar demasiada atención a cualquier otra cosa.

Por supuesto, la reacción de la audiencia imaginaria a los aparatos ortodóncos tiene una gran importancia para un paciente adolescente. Con la generalización del tratamiento ortodóncico, los adolescentes se preocupan menos por la posibilidad de ser rechazados por llevar aparato en los dientes, pero son muy susceptibles a las sugerencias de los amigos sobre cómo deben ser los aparatos. En algunas consultas, esto ha dado lugar a la solicitud de brackets de cerámica o plástico del color de los dientes (para que sean menos visibles); en otras, se han popularizado las ligaduras y los elásticos de colores llamativos (porque los lleva todo el mundo).

La idea de que «a los demás les importa realmente mi aspecto y mis sentimientos tanto como a mí» lleva a los adolescentes a pensar que son personas bastante exclusivas y especiales. Si no fuera así, ¿por qué iban a estar los demás tan interesados en él? Como consecuencia de estos pensamientos se produce otro fenómeno, al que Elkind denominó la «fábula personal». Este concepto se basa en que «como soy único, no estoy sujeto a las consecuencias que sufren los demás». La fábula personal es una motivación muy poderosa que nos permite enfrentarnos a un mundo peligroso y hacer cosas como viajar en avión, aun a sabiendas de que «en ocasiones se estrellan, pero el mío llegará sin problemas».

Aunque tanto la audiencia imaginaria como la fábula personal son funciones muy útiles que nos ayudan a desarrollar una conciencia social y a afrontar un entorno hostil, también pueden dar lugar a conductas disfuncionales e incluso a la aceptación de riesgos temerarios. El adolescente puede conducir a gran

velocidad pensando que «soy único, estoy especialmente dotado para conducir y otros conductores menos habilidosos pueden sufrir accidentes, pero yo no». Estos fenómenos pueden tener una influencia notable en el tratamiento ortodóncico. Dependiendo de lo que crea el adolescente, la audiencia imaginaria puede influir en él a la hora de aceptar o rechazar el tratamiento y de llevar o no aparatos ortodóncos. La fábula personal puede llevarle a ignorar los riesgos para su salud, como la descalcificación de los dientes debida a una mala higiene oral durante el tratamiento ortodóncico. Por supuesto, pensará que «otros podrán preocuparse por eso, pero yo no».

El reto para el odontólogo no consiste en intentar cambiar la percepción que tienen los adolescentes de la realidad, sino en ayudarles a verla con mayor claridad. Un paciente adolescente puede protestar a su ortodoncista y decirle que no quiere llevar un determinado aparato porque los demás pensarán que le hace «parecer un idiota». En esta situación, de poco servirá decirle que no se debe preocupar, ya que muchos de sus amigos también utilizan ese aparato. Una actitud más práctica y que no rechaza el punto de vista del paciente consiste en aceptar que puede tener razón sobre lo que pensarán los demás, pero pidiéndole que haga la prueba durante un tiempo determinado. Si sus amigos reaccionan como él preveía, se podrá hablar de algún otro tratamiento diferente, aunque menos aconsejable. Esta prueba de la percepción de la realidad por parte del adolescente suele demostrar que la audiencia no responde negativamente al aparato o que el paciente puede afrontar perfectamente la respuesta de sus amigos. En esta categoría suele estar la utilización en público de elásticos intermaxilares. Si animamos al adolescente reacio a que los pruebe y juzgue la reacción de sus amigos, tendremos más probabilidades de conseguir que los utilice que si le decimos que todo el mundo los usa y que él debería hacerlo también (fig. 2-61).

Los pacientes adolescentes experimentan a veces el fenómeno de la audiencia imaginaria en relación con un determinado aparato, pero valoran incorrectamente la respuesta de dicha audiencia. Pueden necesitar orientación para poder valorar adecua-

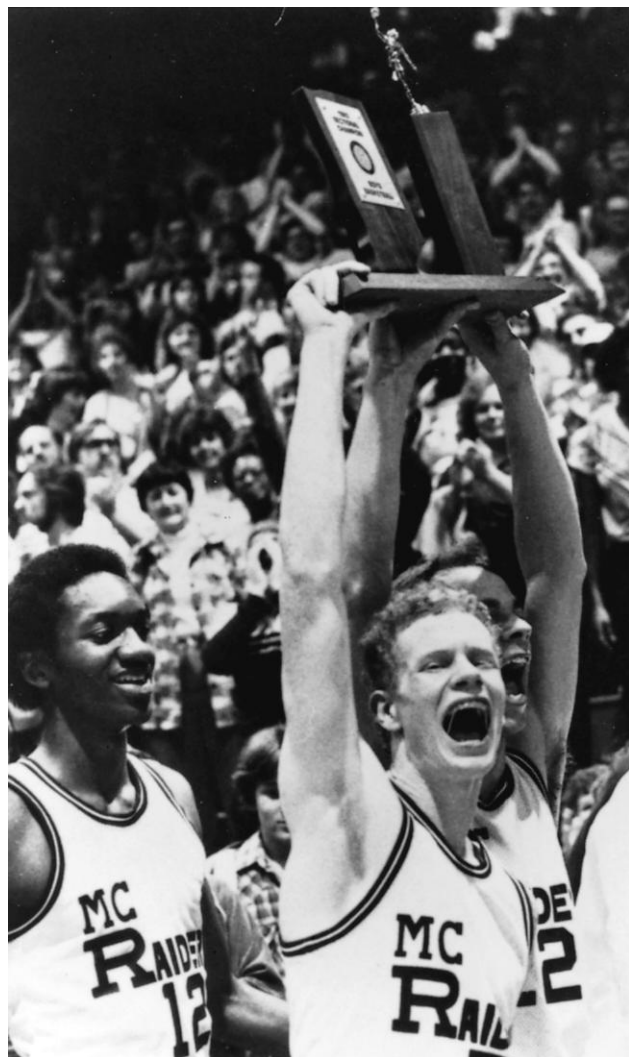


FIGURA 2-61 Llevar los elásticos ortodóncicos durante un partido de baloncesto de los campeonatos académicos, como es el caso de este joven, es algo aceptado por sus compañeros; pero las posibilidades de que el ortodoncista convenza a un adolescente para que lo haga pasan por animarle a que realice la prueba y compruebe su respuesta, en vez de decirle que debe hacerlo porque todo el mundo lo hace. (Por cortesía de T.P. Laboratories.)

damente dicha reacción. Nuestra experiencia con Beth, una chica de 13 años, es un buen ejemplo. Tras la pérdida de un incisivo central superior en un accidente, el tratamiento de Beth incluía el empleo de una dentadura postiza parcial de quita y pon para reemplazar al diente perdido. Se les explicó a la chica y a sus padres que tendría que llevar el aparato de quita y pon hasta haber conseguido una curación y un crecimiento suficientes para permitir el tratamiento con un puente fijo temporal y, por último, un implante. En una cita rutinaria de recuerdo, Beth preguntó si se le podría colocar el puente en ese momento. Comprendiendo que Beth podía estar preocupada por ello, el odontólogo le dijo: «Beth, este aparato parcial debe de ser un problema para ti. Dime qué te sucede». Beth le contestó que era molesto. El dentista siguió indagando y le preguntó: «¿Cuándo te resulta molesto?», a lo que Beth contestó: «Cuando voy a dormir a casa de otras chicas y

tengo que quitármelo para cepillarme los dientes». «Bueno, ¿cuál es la reacción de las chicas cuando te ven quitarte el diente?». Beth respondió: «Piensan que es ingenioso». No se dijo nada más acerca de hacer el puente fijo en ese momento y el tema de conversación derivó hacia las vacaciones que planeaban Beth y su familia.

Este ejemplo indica cómo es posible orientar a los adolescentes hacia una valoración más exacta de la reacción de la audiencia, así se permite que resuelvan sus propios problemas. Esta actitud por parte del dentista no rebate la realidad que percibe el adolescente ni la acepta incondicionalmente. Un buen profesional de la odontología debe ayudar a los adolescentes a valorar la auténtica realidad que les rodea.

Para poder ser recibido, el mensaje del dentista debe ser presentado con palabras que correspondan al grado de desarrollo cognoscitivo y psicosocial que haya alcanzado el niño. Es tarea del dentista valorar minuciosamente el grado de desarrollo del niño y adaptar su lenguaje para poder presentar los conceptos de forma que pueda llegar a comprenderlos. El adagio «a cada uno lo suyo» se aplica especialmente a los niños, cuyas diferencias en el desarrollo intelectual y psicosocial influyen en su actitud ante el tratamiento ortodóncico, al igual que los distintos grados de desarrollo físico.

Bibliografía

1. Farkas LG. *Anthropometry of the Head and Face*. New York: Raven Press; 1994.
2. Cevitanes LH, Motta A, Proffit WR, et al. Cranial base superimposition for 3D evaluation of soft tissue changes. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137(suppl 4):S120-129, 2010.
3. Cevitanes LH, Franco AA, Gehrig G, et al. Assessment of mandibular growth and response to orthopedic treatment with 3-dimensional magnetic resonance images. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 128:16-26, 2005.
4. Chihiro T, Takada K, van Aalst J, et al. Objective three-dimensional assessment of lip form in patients with repaired cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial J* 47:611-622, 2010.
5. Thompson DT. *On Growth and Form*. Cambridge: Cambridge University Press; 1971.
6. Baer MJ, Bosma JF, Ackerman JL. *The Postnatal Development of the Rat Skull*. Ann Arbor, Mich: The University of Michigan Press; 1983.
7. Brugmann SA, Allen NC, James AW, et al. A primary cilia-dependent etiology for midline facial disorders. *Hum Mol Genet* 19:1577-1592, 2010.
8. Berdal A, Molla M, Hotton D, et al. Differential impact of MSX1 and MSX2 homeogenes on mouse maxillofacial skeleton. *Cells Tissues Organs* 189:126-132, 2009.
9. Purcell P, Joo BW, Hu JK, et al. Temporomandibular joint formation requires two distinct hedgehog-dependent steps. *Proc Natl Acad Sci USA* 106:18297-18302, 2009.
10. Xue F, Wong RW, Rabie AB. Genes, genetics, and Class III malocclusion. *Orthod Craniofac Res* 13:69-74, 2010.
11. Decker E, Stellzig-Eisenhauer A, Fiebig BS, et al. *PTHRI* loss-of-function mutations in familial, nonsyndromic primary failure of tooth eruption. *Am J Human Genetics* 83:781-786, 2008.
12. Frazier-Bowers SA, Simmons D, Wright JT et al. Primary failure of eruption and PTH1R: the importance of a genetic diagnosis for orthodontic treatment planning. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:160e1-160e7, discussion 160-161, 2010.
13. Dai J, Rabie AB. Gene therapy to enhance condylar growth using rAAV-VEGF. *Angle Orthod* 78:89-94, 2008.
14. Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.

15. Copray JC. Growth of the nasal septal cartilage of the rat in vitro. *J Anat* 144:99-111, 1986.
16. Delatte M, Von den Hoff JW, van Rheden RE, et al. Primary and secondary cartilages of the neonatal rat: the femoral head and the mandibular condyle. *Eur J Oral Sci* 112:156-162, 2004.
17. Gilhuus-Moe O. Fractures of the Mandibular Condyle in the Growth Period. Stockholm: Scandinavian University Books, Universitetsforlaget; 1969.
18. Lund K. Mandibular growth and remodelling process after mandibular fractures: a longitudinal roentgencephalometric study. *Acta Odontol Scand* 32(64):3-117, 1974.
19. Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 112:8-11, 221-226, 338-342, 410-417, 1997.
20. Weinstein P. Child-centered child management in a changing world. *Eur Arch Paediatr Dent* 9(suppl 1):6-10, 2008.
21. Roberts JF, Curzon ME, Koch G, et al. Review: behaviour management techniques in paediatric dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent* 11:166-174, 2010.
22. Miltenberger RG. Behavior Modification: Principles and Procedures. 3rd ed. Pacific Grove. Calif: Brooks/Cole; 2004.
23. Baghadi ZD. Principles and application of learning theory in child patient management. *Quintessence International* 32:135-141, 2001.
24. Gustafsson A. Dental behaviour management problems among children and adolescents—a matter of understanding? Studies on dental fear, personal characteristics and psychosocial concomitants. *Swed Dent J (suppl 202):1-46*, 2010.
25. Farhat-McHayleh N, Harfouche A, Souaid P. Techniques for managing behavior in pediatric dentistry: comparative study of live modeling and tell-show-do based on children's heart rates during treatment. *J Can Dent Assoc* 75:283, 2009.
26. Chambers DW. Managing anxieties of young dental patients. *ASDC J Dent Child* 37:363-373, 1970.
27. Erikson EH. A Way of Looking at Things—Selected Papers from 1930 to 1980 (S. Schlein, editor). New York: WW Norton & Co; 1987.
28. de Paula DF Jr, Santos NC, da Silva ET, et al. Psychosocial impact of dental esthetics on quality of life in adolescents. *Angle Orthod* 79:1188-1193, 2009.
29. Wadsworth BJ. Piaget's Theory of Cognitive and Affective Development. New York: Longman; 1989.
30. Newton JT, Harrison V. The cognitive and social development of the child. *Dent Update* 3233-34, 37-38, 2005.
31. Elkind D. The teenager's reality. *Pediatr Dent* 9:337-341, 1987.

CAPÍTULO

3

FASES INICIALES DEL DESARROLLO

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

DESARROLLO FETAL TARDÍO Y NACIMIENTO LACTANCIA Y PRIMERA PARTE DE LA INFANCIA: LOS AÑOS DE LA DENTICIÓN PRIMARIA

- Desarrollo físico en los años preescolares
- Maduración de la función oral
- Erupción de la dentición primaria

SEGUNDA PARTE DE LA INFANCIA: LOS AÑOS DE LA DENTICIÓN MIXTA

- Desarrollo físico en la segunda parte de la infancia
- Valoración de la edad ósea y de otras edades de desarrollo
- Erupción de la dentición permanente
- Secuencia y cronología de la erupción: edad dental
- Relaciones espaciales en la sustitución de los incisivos
- Relaciones espaciales en la sustitución de los caninos y los molares primarios

DESARROLLO FETAL TARDÍO Y NACIMIENTO

Hacia el tercer mes de vida intrauterina, el feto humano pesa aproximadamente 1.000 g y aunque todavía no está ni mucho menos preparado para vivir fuera del protector entorno intrauterino, es frecuente que pueda sobrevivir al nacimiento prematuro. Durante los tres últimos meses de vida intrauterina, el crecimiento rápido y continuado hace que se triplique la masa corporal, hasta alcanzar los 3.000 g aproximadamente. A partir de ese momento, el desarrollo dental, que empieza en el tercer mes, avanza con rapidez (tabla 3-1). El desarrollo de todos los dientes primarios y de los primeros molares permanentes se inicia mucho antes del nacimiento.

Aunque la proporción de la masa corporal total representada por la cabeza va disminuyendo a partir del cuarto mes de vida intrauterina, debido al gradiente cefalocaudal de crecimiento que se comentó anteriormente, en el momento de nacer la cabeza aún supone casi la mitad de la masa corporal total y

representa el principal impedimento para el paso del niño a través del canal del parto. Obviamente, el alargamiento y estrechamiento de la cabeza facilitaría el parto, lo que se consigue distorsionando literalmente su morfología (fig. 3-1). Este cambio de forma es posible porque persisten al nacer las fontanelas sin calcificar relativamente grandes entre los huesos planos de la cubierta cerebral. Al comprimir el canal del parto la cabeza, la cubierta cerebral (calvario) puede aumentar su longitud y reducir su anchura, adoptando la forma tubular deseada y facilitando el paso por el canal del parto.

La relativa falta de crecimiento de la mandíbula antes del nacimiento también facilita el parto, ya que la presencia de un mentón óseo prominente en el momento de nacer supondría un problema considerable a la hora de atravesar el canal del parto. Muchos dentistas jóvenes, muy conscientes de los problemas ortodóncicos que pueden surgir posteriormente por una deficiencia ósea mandibular, han quedado sorprendidos al descubrir la notable deficiencia mandibular de sus propios hijos al nacer, por lo que hay que explicarles que es un fenómeno perfectamente normal y, de hecho, deseable. Después del nacimiento, la mandíbula crece más que el resto de las estructuras faciales y gradualmente se va poniendo a su nivel, acabando por alcanzar las proporciones adultas.

A pesar de las adaptaciones físicas que facilitan el parto, este sigue siendo un proceso traumático. En el mejor de los casos, la llegada a este mundo requiere una serie de adaptaciones fisiológicas espectaculares. El crecimiento cesa durante algún tiempo y se puede producir una pequeña reducción del peso en los 7-10 primeros días de vida. Esta interrupción del crecimiento produce un efecto físico en los tejidos esqueléticos que se están formando en esos momentos, ya que altera la secuencia ordenada de calcificación. Como consecuencia de ello aparece una línea visible en los huesos y dientes que se están formando en ese momento. Sin embargo, los huesos no pueden verse y sufren una remodelación tal que las líneas producidas por la parada neonatal del crecimiento quedan cubiertas muy pronto.

Los dientes, en cambio, son bastante visibles y cualquier alteración del crecimiento que se produzca tras el nacimiento se refleja en el esmalte, que no sufre ninguna remodelación. Casi

TABLA 3-1

Cronología del desarrollo dental: dentición primaria

Diente	COMIENZO DE LA CALCIFICACIÓN		SE COMPLETAN LAS CORONAS		ERUPCIÓN		SE COMPLETAN LAS RAÍCES	
	Maxilar	Mandibular	Maxilar	Mandibular	Maxilar	Mandibular	Maxilar	Mandibular
Central	14 sem. intraútero	14 sem. intraútero	1½ meses	2½ meses	10 meses	8 meses	1½ años	1½ años
Lateral	16 sem. intraútero	16 sem. intraútero	2½ meses	3 meses	11 meses	13 meses	2 años	1½ años
Canino	17 sem. intraútero	17 sem. intraútero	9 meses	9 meses	19 meses	20 meses	3¼ años	3¼ años
1.º molar	15 sem. intraútero	15 sem. intraútero	6 meses	5½ meses	16 meses	16 meses	2½ años	2¼ años
2.º molar	19 sem. intraútero	18 sem. intraútero	11 meses	10 meses	29 meses	27 meses	3 años	3 años



FIGURA 3-1 Esta fotografía de un recién nacido muestra claramente la distorsión cefálica que acompaña (y facilita) el paso a través del canal del parto. Se puede observar que la cabeza ha sido comprimida hasta adoptar una forma elíptica o tubular, una distorsión que es posible gracias a la existencia de unas fontanelas relativamente grandes.

todos los niños presentan una «línea neonatal» en la superficie de la dentición primaria, cuya localización varía de unos dientes a otros en función de su grado de desarrollo en el momento de nacer (fig. 3-2). En circunstancias normales, la línea es tan leve que solo puede apreciarse si se amplía la superficie dental, pero si el período neonatal ha sido muy accidentado se puede producir una zona prominente de esmalte teñido, distorsionado o poco calcificado.¹

El nacimiento no es la única circunstancia que puede producir este efecto. Como regla general, las alteraciones del crecimiento que duran 1-2 semanas o más, como las que acompañan al

nacimiento o el provocado por un cuadro febril, dejan una huella visible en el esmalte de los dientes que se están formando en ese momento. Los trastornos de la lactancia y de la primera parte de la infancia pueden afectar la dentición primaria y también la permanente.

LACTANCIA Y PRIMERA PARTE DE LA INFANCIA: LOS AÑOS DE LA DENTICIÓN PRIMARIA

Desarrollo físico en los años preescolares

El patrón general del desarrollo físico posnatal es una prolongación del patrón del período fetal final: continúa el crecimiento a gran velocidad, con un aumento relativamente constante del peso y la estatura, aunque el ritmo disminuye porcentualmente en relación con las dimensiones corporales anteriores (fig. 3-3).

Hay tres circunstancias que merecen una atención especial:

1. Parto prematuro (bajo peso al nacer). Los niños que pesan menos de 2.500 g al nacer son más propensos a sufrir problemas en el período posnatal inmediato. Dado que el bajo peso al nacer es un reflejo del parto prematuro, podemos establecer un pronóstico en función del peso neonatal, en vez de basarnos en la edad gestacional estimada. Hasta hace pocos años era frecuente que los niños que pesaban menos de 1.500 g al nacer no sobrevivieran. Incluso con los servicios actuales de neonatología, mucho mejores, los niños con un peso extremadamente bajo (menos de 1.000 g) tienen pocas probabilidades de sobrevivir, aunque se consigue salvar a algunos.

Sin embargo, si un niño prematuro sobrevive al período neonatal, cabe esperar que su crecimiento siga el patrón normal y que vaya superando gradualmente la desventaja inicial (fig. 3-4). Los prematuros serán de menor tamaño durante el primer y el segundo año de vida, pero es muy frecuente que hacia el tercer año de vida no sea posible distinguir a los prematuros de los lactantes nacidos a término en función de su grado de desarrollo.²

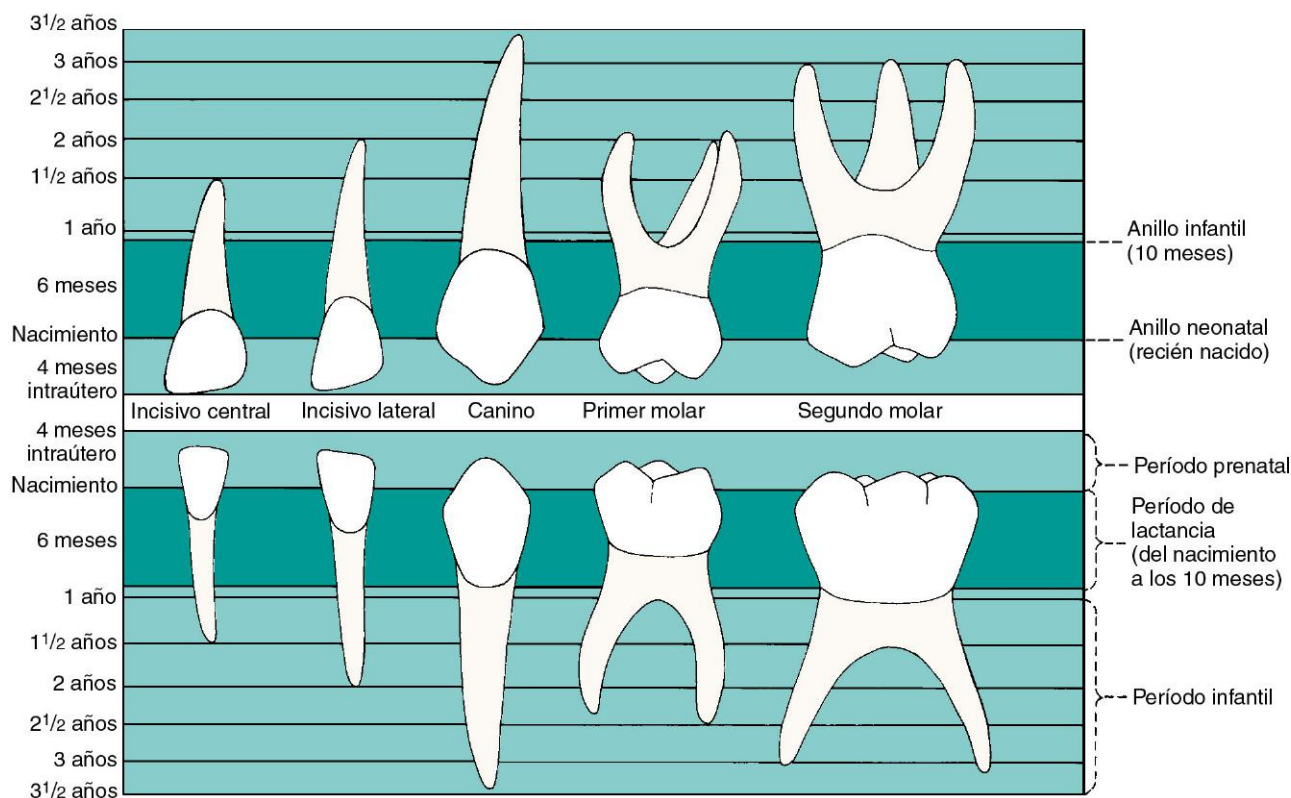


FIGURA 3-2 Presentación de la dentición primaria sobre una escala de desarrollo que indica la situación previsible de la línea neonatal. Con un cuadro de este tipo, es posible deducir, por la situación de la línea en el esmalte de los diferentes dientes, en qué momento se produjeron los trastornos o los acontecimientos traumáticos que dieron lugar a las alteraciones en la formación del esmalte.

2. Trastornos crónicos. El crecimiento esquelético es un proceso que solo avanza cuando se han cubierto las demás necesidades del individuo. Para mantener la vida se necesita una determinada cantidad de energía. Se precisa una cantidad adicional para la actividad y otro incremento para el crecimiento. Un niño normal debe utilizar tal vez un 90% de la energía disponible para satisfacer sus necesidades con respecto a la supervivencia y la actividad, dejando un 10% para el crecimiento.

Los trastornos crónicos alteran este equilibrio, dejando relativamente menos energía del total disponible para mantener el crecimiento. Los niños con enfermedades crónicas suelen quedar atrasados con respecto a sus compañeros más sanos, y si persiste la patología crónica, se produce un déficit acumulativo. Un episodio agudo da lugar a una pasajera interrupción del crecimiento, que si es relativamente breve no producirá efectos a largo plazo. Cuanto más dure el trastorno, mayor será su impacto acumulativo. Y obviamente, cuanto más grave sea dicho trastorno, mayor será su impacto en un momento dado. Los niños con deficiencias hormonales congénitas constituyen un ejemplo excelente. Si se reponen los niveles hormonales, se suele conseguir una espectacular mejoría del crecimiento y una recuperación del peso y la estatura normales (fig. 3-5). Una cardiopatía congénita puede tener efectos parecidos sobre el crecimiento, y la reparación del defecto puede ir acompañada de efectos también espectaculares.³ En los casos extremos, el estrés psicológico y afectivo puede alterar el crecimiento físico de forma similar a las enfermedades crónicas (fig. 3-6).

3. Estado nutricional. Para poder crecer, debe haber un aporte de nutrientes que supere con creces la cantidad necesaria para la mera supervivencia. Por consiguiente, una nutrición crónicamente insuficiente tiene efectos similares a los de un trastorno crónico. Por otra parte, una vez que se ha alcanzado un nivel nutricional adecuado, la ingesta adicional de nutrientes no supone un estímulo para que se produzca un crecimiento más rápido. Al igual que una salud general razonable, una nutrición adecuada es un requisito necesario para el crecimiento normal, pero no es un estímulo para el mismo.

Un fenómeno muy interesante, observado en los últimos 300-400 años, sobre todo en el siglo xx, ha sido el aumento del tamaño generalizado de la mayoría de los individuos. También se ha observado un descenso en la edad de maduración sexual, de manera que en los últimos tiempos los niños crecen más rápido y maduran antes que en el pasado. Desde 1900, la estatura media en EE. UU. ha aumentado en 5-7 cm, y la edad media de las niñas en el momento de la menarquia, el signo más fiable de madurez sexual, ha disminuido en aproximadamente 1 año (fig. 3-7). Esta «tendencia secular» a crecer más rápidamente y a madurar antes ha continuado hasta hace muy poco tiempo y puede que persista todavía,⁴ aunque hay algunas pruebas que parecen indicar que la tendencia se está nivelando.⁵ Actualmente, se observan signos de maduración sexual en muchas chicas, por lo demás normales, mucho antes de la edad estándar aceptada con anterioridad, unos datos que no han sido actualizados para adaptarse al cambio secular.

Esta tendencia se debe indudablemente a una mejor nutrición, que permite ganar peso con más rapidez, lo que a

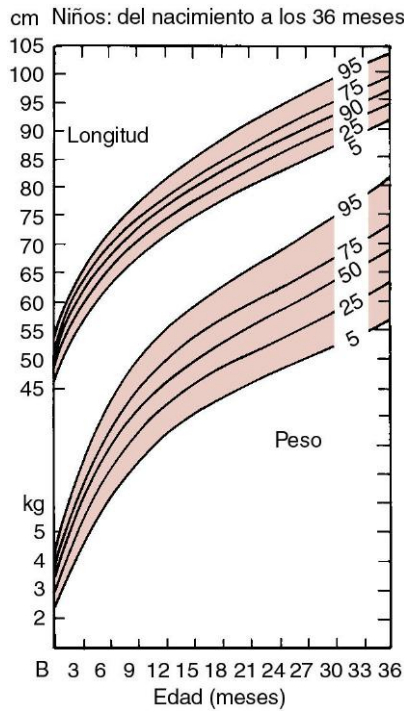


FIGURA 3-3 Gráficas del crecimiento infantil en longitud y anchura para niños (las curvas para niñas son casi idénticas en estas edades). Obsérvese el rápido crecimiento durante la primera parte de la lactancia y la progresiva desaceleración a partir de los 6 meses. (Basado en datos del National Center for Health Statistics, Washington, DC.)

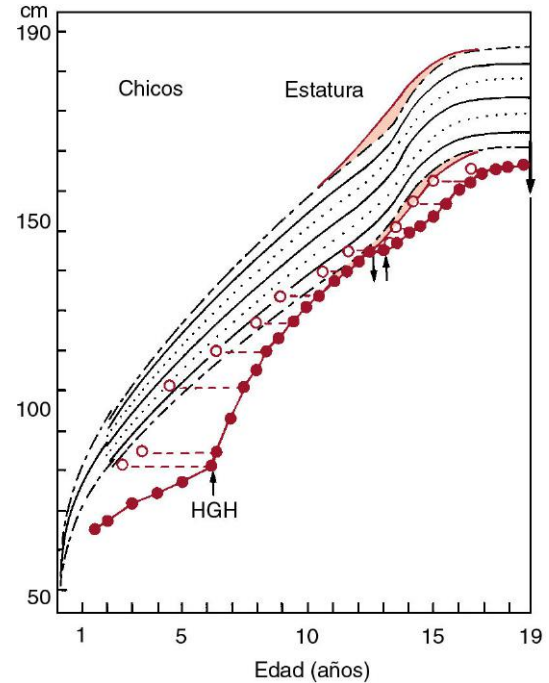


FIGURA 3-5 Curvas de crecimiento en altura para un niño con deficiencia aislada de hormona del crecimiento. No fue posible ningún tratamiento hasta que el niño tuvo 6,2 años de edad. En ese momento se pudo disponer de hormona del crecimiento humana (HGH) y se le administró regularmente hasta cumplir los 19 años, con la excepción del semestre entre los 12,5 y los 13 años. Se han señalado con flechas el comienzo y el final de la administración de HGH. Los círculos claros representan la altura correspondiente a la edad ósea, por lo que el retraso en la edad ósea viene representado por la longitud de cada trazo de puntos horizontal. Es de 3,5 años al comienzo del tratamiento, y de 0,8 años a los 11-12 años, cuando la recuperación se había completado prácticamente. Se puede observar la elevada velocidad de crecimiento inmediatamente después de iniciar el tratamiento, equivalente a la velocidad media de crecimiento de un lactante de 1 año. (Reproducido a partir de Tanner JM, Whitehouse RH. Atlas of Children's Growth. London: Academic Press; 1982.)

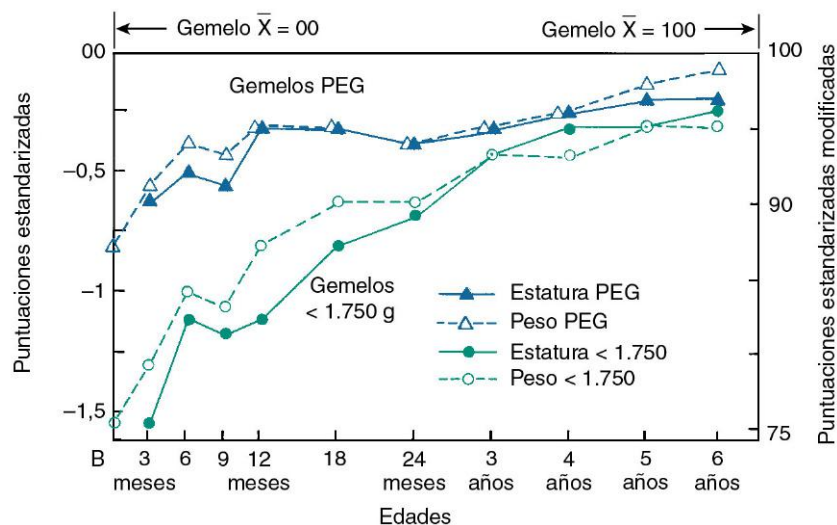


FIGURA 3-4 Curvas de crecimiento para dos grupos de lactantes de riesgo: gemelos pequeños para su edad gestacional (PEG) y gemelos que pesaron al nacer menos de 1.750 g (parto prematuro). En esta gráfica, el 100 corresponde a la estatura y el peso previsible para niños normales nacidos a término. Obsérvese la recuperación de los niños de bajo peso al nacer con el paso del tiempo. (Reproducido a partir de Lowery GH. Growth and Development of Children. 8th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1986.)

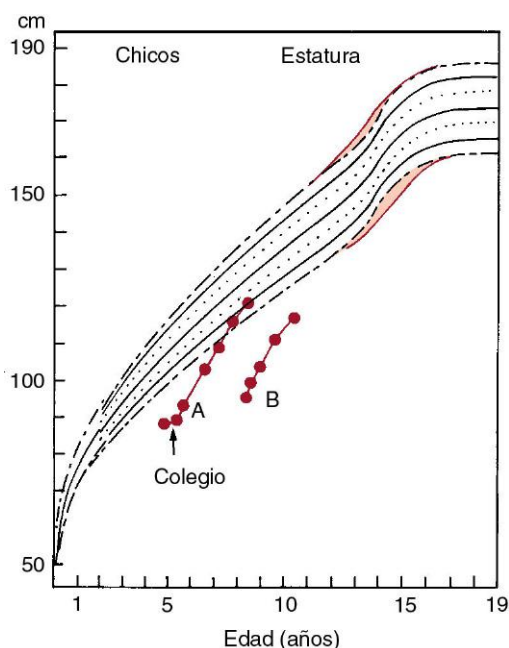


FIGURA 3-6 Efecto derivado de un cambio en el entorno social sobre el crecimiento de dos niños que vivían en un entorno familiar claramente deteriorado, pero que no presentaban ninguna causa orgánica identificable para el proceso de crecimiento. Cuando ambos niños ingresaron en una escuela-internado especial, en la que presumiblemente disminuyó su estrés psicosocial, ambos respondieron creciendo por encima del promedio, aunque el chico más afectado seguía estando fuera del intervalo normal 4 años después. Se piensa que el estrés psicosocial puede alterar el crecimiento, induciendo una deficiencia reversible de hormona del crecimiento, acompañada de trastornos en el cercano centro del apetito. (Reproducido a partir de Tanner JM, Whitehouse RH. *Atlas of Children's Growth*. London: Academic Press; 1982.)

su vez puede favorecer una maduración más precoz. Para el crecimiento físico se requiere la formación de proteínas nuevas, y es probable que la cantidad de proteínas pueda haber sido un factor limitante para muchas poblaciones en el pasado. Una dieta adecuada en términos generales pero baja en oligominerales, vitaminas y otros componentes menores pero importantes puede haber limitado también la velocidad de crecimiento en el pasado, de manera que incluso un cambio muy pequeño con un aporte de elementos previamente deficitarios puede haber permitido un incremento considerable del crecimiento en algunos casos. Puede que la nutrición no permita explicar totalmente este fenómeno, ya que también se ha observado una tendencia secular a una maduración más temprana en grupos de población cuya nutrición no parece haber mejorado de manera significativa. La exposición a sustancias químicas medioambientales con efectos estrogénicos (p. ej., algunos pesticidas) puede estar contribuyendo a que se adelante la maduración sexual.

También se han observado cambios en las proporciones corporales, que aparentemente reflejan las influencias medioambientales. Es interesante ver cómo han cambiado las proporciones del cráneo en el último siglo, ya que la cara y la cabeza se han agrandado y estrechado.⁶ Algunos antropólogos establecen que dichos cambios están relacionados con la

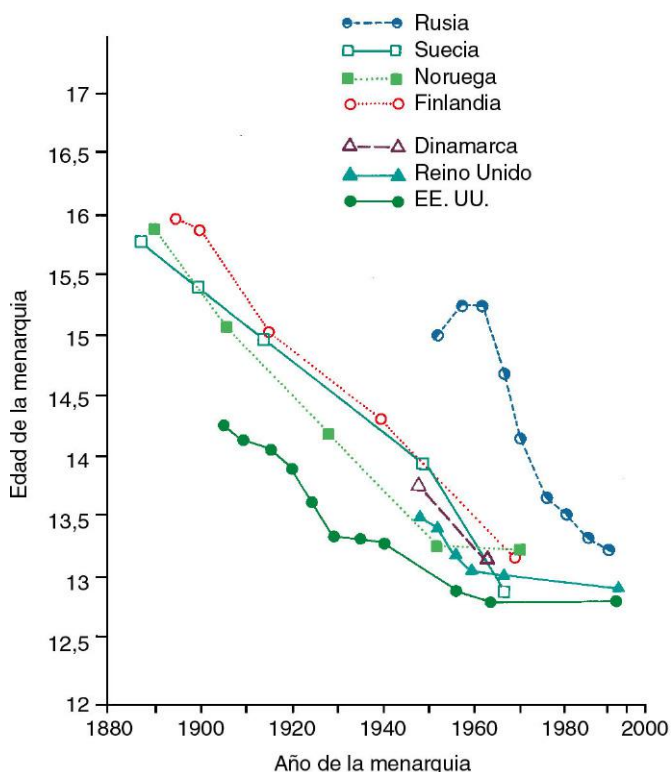


FIGURA 3-7 La edad de la menarquia declinó en EE. UU. y los países escandinavos en la primera mitad del siglo xx. Por término medio, el tamaño de los niños actuales es mayor a cualquier edad que a comienzos de siglo y maduran también con mayor rapidez. Aunque los datos más recientes son incompletos, parece ser que esta tendencia secular se ha nivelado en la primera parte del siglo xxi. (Reproducido a partir de Tanner JM. *Fetus into Man*. Cambridge, Mass: Harvard University Press; 1978; datos de 1995 de EE. UU. tomados de Herman-Giddens ME, et al. *Pediatrics* 99:505-512, 1997; datos británicos de 1995 tomados de Cooper C, et al. *Br J Obstet Gynaecol* 103:814-817, 1996; datos rusos tomados de Dubrova YE, et al. *Hum Biol* 67:755-767, 1995.)

tendencia a una dieta más blanda y a la presencia de cargas menos funcionales en el esqueleto facial (v. capítulo 5), aunque no hay pruebas de ello.

Maduración de la función oral

Las principales funciones fisiológicas de la cavidad oral son la respiración, la deglución, la masticación y la fonación. Aunque pueda extrañar a algunos que mencionemos la respiración como una de las funciones de la boca, ya que la principal entrada de la respiración es la nariz, las necesidades respiratorias son un determinante esencial para la posición de la mandíbula y la lengua.

Para que el neonato pueda sobrevivir al nacer, hay que establecer en pocos minutos una vía respiratoria y mantenerla abierta. Tal y como ha demostrado Bosma⁷ con un estudio con radiografías de recién nacidos, para abrir dicha vía respiratoria es necesario deprimir la mandíbula y desplazar la lengua hacia abajo y hacia delante, alejándola de la pared faríngea posterior. Esta maniobra permite el paso del aire por la nariz y la faringe hacia los pulmones. Los neonatos deben respirar obligatoriamente por la nariz y no pueden sobrevivir sin ayuda médica inmediata

si tienen el conducto nasal bloqueado al nacer; más adelante les es posible fisiológicamente respirar por la boca. Las necesidades respiratorias pueden alterar en cualquier momento de la vida la base postural de las actividades bucales.

El feto «practica» dentro del útero los movimientos respiratorios, aunque los pulmones no se inflan en esos momentos. También degluten durante los últimos meses de vida fetal, y parece ser que el líquido amniótico deglutido es un importante estímulo para la activación del sistema inmunitario del lactante.

Una vez que se ha establecido una vía respiratoria, la siguiente prioridad del neonato es la obtención de leche y su introducción en el aparato digestivo. Esto se consigue mediante dos maniobras: amamantar (no succionar, con lo que se suele confundir) y deglutir.

Los conductos galactóforos de los mamíferos lactantes están rodeados por musculatura lisa, que se contrae para expulsar la leche. Para obtenerla, el lactante no tiene que succionarla del pecho materno, ya que probablemente no podría hacerlo. En vez de ello, el niño estimula la musculatura lisa para que se contraiga e inyecte la leche en su boca. Esto lo consigue al amamantar, acción que consiste en pequeños movimientos de mordisqueo con los labios, una acción refleja en los lactantes. Cuando la leche pasa a su boca, solo hace falta que acanale la lengua y deje que fluya hacia la faringe y el esófago. Sin embargo, la lengua debe estar situada anteriormente, en contacto con el labio inferior, para que la leche se pueda depositar sobre la misma.

Esta secuencia de sucesos define la deglución del lactante, que se caracteriza por las contracciones activas de la musculatura labial, la propulsión de la lengua para ponerla en contacto con el labio inferior y la escasa actividad de la musculatura lingual posterior o faríngea. La aposición de la lengua contra el labio inferior es tan habitual en los lactantes que es la postura que suelen adoptar en reposo, y a menudo es posible mover con cuidado el labio del niño y observar que la punta de la lengua se mueve con el mismo, casi como si estuvieran pegados (fig. 3-8). El reflejo de amamantamiento y la deglución del lactante suelen desaparecer durante el primer año de vida.



FIGURA 3-8 Colocación característica de la lengua contra el labio inferior en un lactante de pocos meses. En esta fase del desarrollo, la lengua está en contacto con el labio la mayor parte del tiempo.

Con la maduración del lactante se produce una creciente activación de los músculos elevadores de la mandíbula al deglutir. Según se van añadiendo a la dieta alimentos semisólidos, y finalmente sólidos, el niño tiene que utilizar la lengua de un modo más complejo para formar un bolo, colocarlo sobre la línea media de la lengua y transportarlo hacia atrás. Los movimientos masticatorios de un niño pequeño implican típicamente un desplazamiento lateral de la mandíbula al abrirse, un retroceso hacia la línea media y el cierre posterior para poner los dientes en contacto con los alimentos. En el momento en que empiezan a erupcionar los molares primarios, este patrón de masticación juvenil ya está muy arraigado y los movimientos más complejos de la parte posterior de la lengua producen una transición apreciable que deja atrás la forma de deglución del lactante.

En términos generales, podemos afirmar que la maduración de la función oral sigue un gradiente anteroposterior. Al nacer, los labios son relativamente maduros y permiten mamar con fuerza, mientras que las estructuras más posteriores son bastante inmaduras. Con el paso del tiempo se requiere una mayor actividad de la parte posterior de la lengua y unos movimientos más complejos de las estructuras faríngeas.

Este principio de maduración «de delante atrás» se aprecia especialmente en la adquisición del habla. Los primeros sonidos pronunciados son los sonidos bilabiales /m/, /p/ y /b/; esta es la causa probable de que las primeras palabras del lactante sean «mamá» o «papá». Algo más tarde aparecen las consonantes que se pronuncian con la punta de la lengua, como /t/ y /d/. Posteriormente aparecen los sonidos sibilantes /s/ y /z/, para los que hay que colocar la punta de la lengua cerca del paladar, pero no contra el mismo; finalmente aparece el último sonido, /r/, para el que hay que colocar correctamente la parte posterior de la lengua y que no suele adquirirse hasta los 4 o 5 años de edad.

Casi todos los niños de ahora realizan algún tipo de succión no nutritiva: chuparse el pulgar, otro dedo o algún objeto de forma parecida. Se ha podido observar que algunos fetos se chupan el pulgar intraútero, y la gran mayoría de los lactantes lo hacen entre los 6 meses y los 2 años de vida o más. Esta práctica está determinada culturalmente en alguna medida, ya que los niños de pueblos primitivos que pueden acceder al pecho materno durante largo tiempo rara vez chupan otros objetos.⁸

Tras la erupción de los molares primarios durante el segundo año, el niño deja de beber del biberón o de succionar continuamente el pecho materno y empieza a beber de la taza, por lo que se reduce el número de los niños que chupan objetos no nutritivos. Cuando cesa esta actividad de succión, se produce una transición gradual en el patrón de la deglución hacia la adquisición del patrón adulto. Este tipo de deglución se caracteriza por un cese de la actividad labial (es decir, los labios relajados, la punta de la lengua contra el proceso alveolar por detrás de los incisivos superiores y los dientes posteriores ocluidos durante la deglución). Sin embargo, mientras persista el hábito de la succión no se producirá una transición completa a la deglución adulta.

Estudios realizados con niños estadounidenses indican que a la edad de 8 años cerca de un 60% de los mismos han alcanzado el patrón adulto de deglución, mientras que el 40% restante todavía están en algún momento de la transición.⁹ Una vez desaparecido el hábito de la succión, pueden hacer falta varios meses para completar la transición a la deglución adulta. No obstante, esto

se ve complicado por el hecho de que una mordida abierta anterior (posible si se ha mantenido el hábito de la succión durante mucho tiempo) puede demorar aún más la transición por la necesidad fisiológica de cerrar el espacio anterior. En el capítulo 5 se comentan con más detalle las relaciones entre la posición de la lengua y la maloclusión.

El patrón de masticación del adulto se diferencia bastante del patrón típico de un niño: generalmente, un adulto abre la boca hacia abajo y después desplaza lateralmente la mandíbula y pone los dientes en contacto, mientras que un niño desplaza la mandíbula lateralmente al abrir la boca (fig. 3-9). Esta transición en el patrón de masticación se desarrolla al mismo tiempo que la erupción de los caninos permanentes, hacia los 12 años. Es muy interesante el hecho de que los adultos que no consiguen una función normal de los caninos a causa de una mordida abierta anterior grave mantienen el patrón de masticación juvenil.

Erupción de la dentición primaria

En el momento de nacer, los procesos alveolares maxilar y mandibular no están bien desarrollados. En ocasiones se puede ver un «diente natal», aunque los primeros dientes primarios no suelen erupcionar hasta casi los 6 meses de edad. El diente natal puede ser supernumerario, formado por una aberración en el desarrollo de la lámina dental, aunque habitualmente solo es un incisivo central muy precoz, pero del todo normal. Dada la

posibilidad de que sea perfectamente normal, no se debe extraer un diente natal a la ligera.

En la tabla 3-1 se indica el momento y la secuencia de erupción de la dentición primaria. Los momentos de la erupción son relativamente variables; hasta 6 meses de adelantamiento o de demora están dentro de los límites normales. Sin embargo, la secuencia de la erupción suele mantenerse constante. Podemos esperar que salgan primero los incisivos centrales inferiores, seguidos muy de cerca por los restantes incisivos. Tras un intervalo de 3-4 meses erupcionan los primeros molares maxilares y mandibulares, y al cabo de otros 3-4 meses lo hacen los caninos maxilares y mandibulares, que casi llenan el espacio que existe entre el incisivo lateral y el primer molar. La dentición primaria suele completarse hacia los 24-30 meses con la erupción de los segundos molares mandibulares y después de los maxilares.

El espaciamiento es normal en toda la parte anterior de la dentición primaria, pero resulta especialmente notable en dos puntos conocidos como los *espacios de primate*. (Casi todos los primates subhumanos presentan estos espacios durante toda su vida, de ahí su nombre.) En el arco maxilar, el espacio de primate se encuentra entre los incisivos laterales y los caninos, mientras que en el arco mandibular se sitúa entre los caninos y los primeros molares (fig. 3-10). Los espacios de primate aparecen normalmente en el momento de la erupción de los dientes. Suele haber en un primer momento espacios de desarrollo entre los incisivos, pero aumentan algo con el crecimiento del niño y la expansión de los

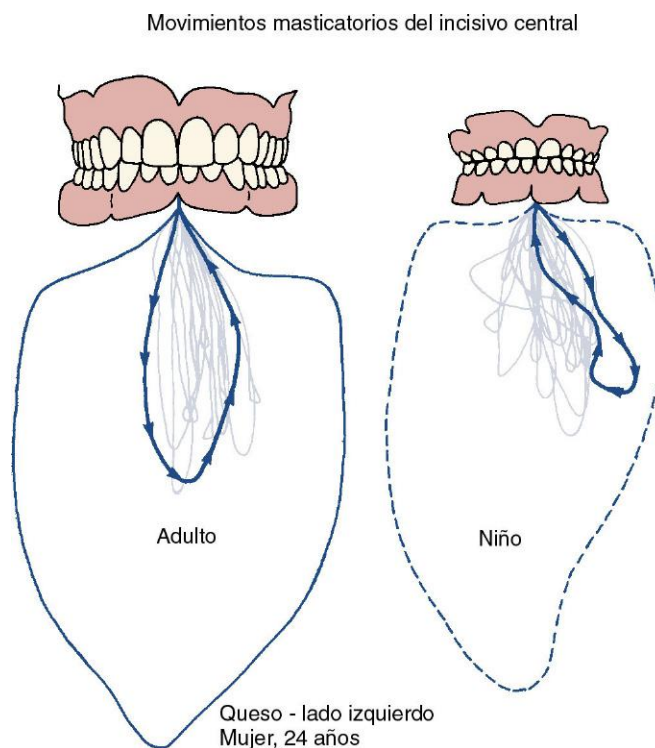


FIGURA 3-9 Movimientos masticatorios de un adulto comparados con los de un niño. Los niños desplazan lateralmente la mandíbula al abrir la boca, en tanto que los adultos la abren directamente hacia abajo y después desplazan el maxilar. (Reproducido a partir de Lundeen HC, Gibbs CH. *Advances in Occlusion*. Boston, Mass: John Wright's PSG; 1982.)

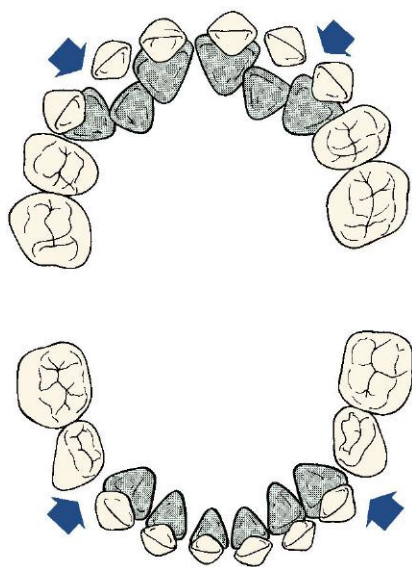


FIGURA 3-10 Las coronas de los incisivos permanentes (*gris*) se sitúan en posición lingual con respecto a las coronas de los incisivos primarios (*amarillo*), sobre todo en el caso de los incisivos laterales superiores. Las flechas indican los espacios de primates.

procesos alveolares. El espaciamiento generalizado de los dientes primarios es un requisito para que los incisivos permanentes se puedan alinear correctamente.

SEGUNDA PARTE DE LA INFANCIA: LOS AÑOS DE LA DENTICIÓN MIXTA

Desarrollo físico en la segunda parte de la infancia

La segunda parte de la infancia, desde los 5-6 años hasta la pubertad, se caracteriza por importantes cambios sociales y de conducta (v. capítulo 2) y por una prolongación del patrón de crecimiento físico del período anterior. Sin embargo, conviene tener presente las diferencias normales en la velocidad de crecimiento para los diferentes órganos y tejidos. En esta segunda parte de la infancia se observa la mayor disparidad en el desarrollo de los distintos órganos y tejidos (v. fig. 2-2).

Hacia los 7 años de edad, el niño ha completado prácticamente su desarrollo neural. El cerebro y su cubierta han alcanzado el mayor tamaño que pueden alcanzar, y ya no es necesario comprarle al niño una gorra de mayor tamaño como consecuencia del crecimiento (a no ser que se deje crecer el pelo, por supuesto). El tejido linfóide de todo el cuerpo ha proliferado, superando los niveles habituales en los adultos, y son frecuentes las amígdalas y adenoides de gran tamaño. Por el contrario, el crecimiento de los órganos sexuales apenas se ha iniciado y el crecimiento corporal general solo está moderadamente adelantado. Durante la primera parte de la infancia va disminuyendo gradualmente el ritmo de crecimiento corporal general, en comparación con el ritmo tan rápido de la lactancia, y se estabiliza en un nivel más moderado durante la segunda parte de la misma. Tanto la nutrición como



FIGURA 3-11 Una radiografía de la mano y la muñeca puede servir para determinar la edad esquelética comparando el grado de osificación de los huesos de la muñeca, de la mano y de los dedos con placas de un atlas estándar del desarrollo de la mano-muñeca.

la salud general pueden influir en el nivel al que se produce esa estabilización.

Valoración de la edad ósea y de otras edades de desarrollo

Al planificar el tratamiento ortodóncico puede ser importante saber cuánto resta del crecimiento esquelético, por lo que a menudo es necesario valorar la edad ósea. La valoración de la edad ósea se debe basar en el grado de maduración de una serie de indicadores del esqueleto. La referencia habitual para valorar el desarrollo esquelético es la osificación de los huesos de la mano y la muñeca (fig. 3-11). Una radiografía de la mano y de la muñeca permite visualizar unos 30 huesos pequeños, todos con un orden de osificación predecible. Aunque el examen de los huesos por separado carece de valor diagnóstico, la valoración del grado de desarrollo de los huesos de la muñeca, la mano y los dedos puede darnos una idea muy exacta del nivel de desarrollo esquelético del niño. Para ello simplemente hay que comparar una radiografía de la mano y la muñeca del paciente con placas de referencia sobre el desarrollo de la mano y la muñeca.¹⁰

En los últimos años, se ha desarrollado una valoración similar de la edad esquelética basada en las vértebras cervicales, tal y como se ve en las radiografías cefalométricas.¹¹ La figura 3-12 describe e ilustra las características en las que hay que basarse para describir el envejecimiento vertebral. Dado que las radiografías cefalométricas se solicitan sistemáticamente en los pacientes ortodóncicos, este método tiene la ventaja de que no se necesitan más radiografías. Aunque en algunos informes recientes se ha cuestionado la exactitud del cálculo de la edad esquelética a partir de las vértebras cervicales,¹² en la mayoría de los estudios se llega a la conclusión de que tiene prácticamente la misma exactitud que la calculada a partir de las radiografías de la mano-muñeca.¹³ No parece que, salvo en circunstancias especiales, la mayor exactitud en comparación con las radiografías de mano-muñeca justifique la exposición adicional a la radiación.

Las edades de desarrollo pueden establecerse basándose en cualquiera de los numerosos criterios existentes, siempre que exista alguna escala con la que se puedan comparar los progresos del niño. Por ejemplo, podemos valorar la situación de un niño en una escala de conductas, equiparando determinados tipos de comportamiento como adecuados para los 5 o los 7 años de edad. De hecho, la edad conductual puede ser importante en el tratamiento odontológico infantil, ya que no es fácil lograr un tratamiento satisfactorio si no se consigue que el niño se porte bien y coopere. La valoración de la edad conductual se trata con mayor detalle en la sección sobre el desarrollo social y conductual del capítulo 2.

La correlación entre las diferentes edades de desarrollo y la edad cronológica es bastante buena, al igual que las correlaciones biológicas (fig. 3-13). Para casi todos los indicadores del desarrollo, el coeficiente de correlación existente entre el grado de desarrollo y la edad cronológica es del 0,8 aproximadamente. La posibilidad de predecir una característica de acuerdo con otra es equivalente al cuadrado del coeficiente de correlación, de forma que la probabilidad de predecir el grado de desarrollo a partir de la edad cronológica o viceversa es $(0,8)^2 = 0,64$. La correlación entre la edad dental y la cronológica (comentada con detalle más adelante) no es tan elevada; es aproximadamente del 0,7, lo que equivale a decir que existe un 50% de probabilidades de predecir el grado de desarrollo dental a partir de la edad cronológica.

Es muy interesante el hecho de que las edades de desarrollo se correlacionan mejor entre sí que con la edad cronológica. A pesar del prototipo que existe en nuestra sociedad acerca del niño intelectualmente avanzado pero social y físicamente retrasado, hay muchas posibilidades de que un niño avanzado en una característica (p. ej., en la edad ósea) lo esté también en las demás. En otras palabras, es probable que el niño de 8 años que parece más maduro y se comporta como tal tenga también un desarrollo precoz de la dentición. Lo que ocurra realmente en un caso determinado estará sujeto a las diferencias humanas casi infinitas, y habrá que tener presente la magnitud de los coeficientes de correlación. Por desgracia para los odontólogos que quieren limitarse a examinar los dientes de sus pacientes, las variaciones en el desarrollo dental implican la frecuente necesidad de valorar la edad ósea, conductual, y otras edades de desarrollo a la hora de planificar el tratamiento odontológico.

Erupción de la dentición permanente

La erupción de cualquier diente puede dividirse en varias fases. Esto también incluye a los dientes primarios: los principios

fisiológicos en los que se basa la erupción y que comentamos en esta sección son los mismos para la dentición primaria, a pesar de la reabsorción radicular que provoca finalmente su caída. La naturaleza de la erupción y su control antes de la salida del diente difieren algo tras dicha salida, por lo que consideraremos estas dos etapas fundamentales por separado.

Erupción antes de la salida

Durante el período en el que se está formando la corona de un diente se produce una deriva labial o bucal muy lenta del folículo dental en el seno del hueso, aunque esta deriva no puede atribuirse al propio mecanismo de la erupción. De hecho, el cambio en la posición del folículo dental es cuantitativamente muy pequeño y solo puede apreciarse en los experimentos de tinción vital; es tan pequeño que se puede utilizar el folículo como referencia natural en los estudios radiológicos del crecimiento. El movimiento eruptivo comienza poco después de empezar a formarse la raíz. Esto respalda la idea de que la actividad metabólica en el seno del ligamento periodontal es una parte importante de la erupción, si no el único mecanismo de la misma.

La erupción antes de la salida requiere dos procesos. En primer lugar, se debe producir una reabsorción del hueso y las raíces de los dientes primarios por encima de la corona del diente emergente; en segundo lugar, un mecanismo de propulsión debe desplazar el diente en la dirección del camino abierto (fig. 3-14). Aunque lo normal es que ambos mecanismos actúen coordinadamente, hay circunstancias en las que no ocurre así. El estudio de los resultados de los fallos en la reabsorción ósea o, alternativamente, de los fallos en los mecanismos de propulsión cuando la reabsorción es normal, ha aportado una considerable información acerca del control de la erupción antes de la salida de los dientes.

La reabsorción ósea defectuosa puede observarse en una especie mutante de ratones, apropiadamente denominados *Ia*, por incisivos ausentes. En estos animales, el defecto en la reabsorción ósea implica que los incisivos no pueden erupcionar y nunca aparecen en la boca. También se puede producir una ausencia de erupción en los seres humanos, como consecuencia de un fallo en la reabsorción ósea, como sucede, por ejemplo, en el síndrome de displasia cleidocraneal (fig. 3-15). En los niños que padecen este síndrome no solo está alterada la reabsorción del hueso y los dientes primarios, sino que existe una intensa fibrosis gingival y numerosos dientes supernumerarios impiden también la erupción normal. Todas estas alteraciones bloquean mecánicamente la erupción de los dientes sucedáneos (los que reemplazan a los primarios). Si se eliminan las interferencias, los dientes suelen erupcionar y se puede lograr la oclusión.

Se ha podido demostrar experimentalmente en animales que el ritmo de reabsorción ósea y el ritmo de erupción dental no están controlados fisiológicamente por un mismo mecanismo. Por ejemplo, si se fija con alambre el brote dental de un premolar al borde inferior de la mandíbula en un perro, el diente no sigue erupcionando a causa de esta obstrucción mecánica, pero la reabsorción del hueso superpuesto sigue al ritmo normal, lo que da lugar a la formación de una gran cavidad quística sobre el brote dental ligado.¹⁴

En algunas ocasiones, se ha realizado inadvertidamente el mismo experimento en un niño. Si se liga con alambre un diente permanente sin erupcionar al hueso adyacente al intentar reparar una fractura mandibular, como en el caso del niño de

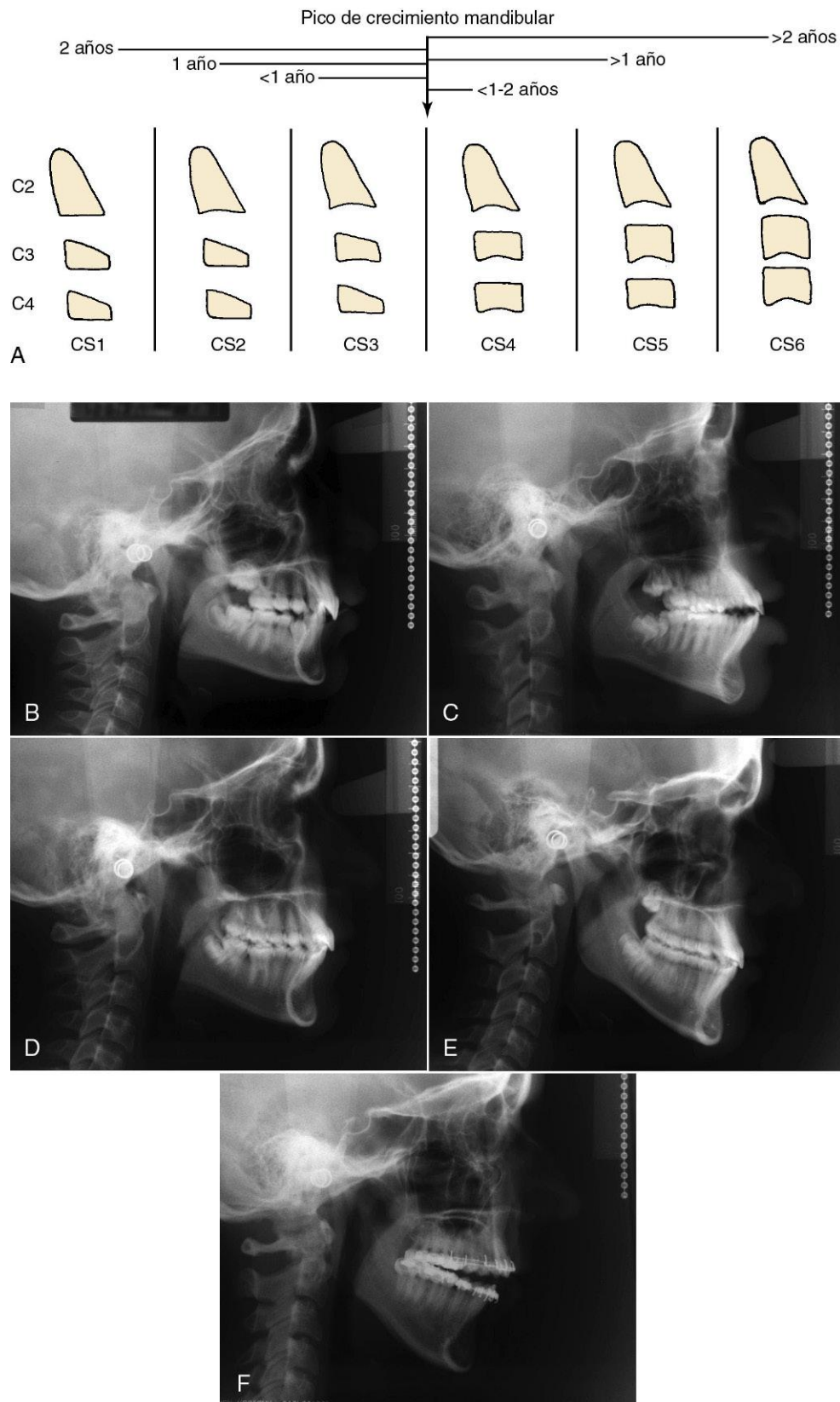


FIGURA 3-12 Las edades vertebrales, calculadas a partir de la imagen de las vértebras cervicales tomadas en una radiografía cefalométrica lateral. **A.** Dibujos esquemáticos y descripciones de las fases. **B.** Fase 2, indica que el pico de crecimiento de la adolescencia se producirá en 1 año o más. **C.** Fase 3, que de media dura menos de 1 año antes del pico de crecimiento. **D.** Fase 4, normalmente 1 año o más después del pico de crecimiento. **E.** Fase 5, más de 1 año después del pico de crecimiento, probablemente se producirá más crecimiento vertical que anteroposterior. **F.** Fase 6, más de 2 años después del pico de crecimiento (pero en un paciente con un problema esquelético severo, especialmente crecimiento mandibular excesivo, que no está necesariamente preparado para la cirugía; la mejor manera de determinar el cese del crecimiento es con una serie de radiografías cefalométricas). (A tomado de Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Sem Orthod 11:119-129, 2005.)

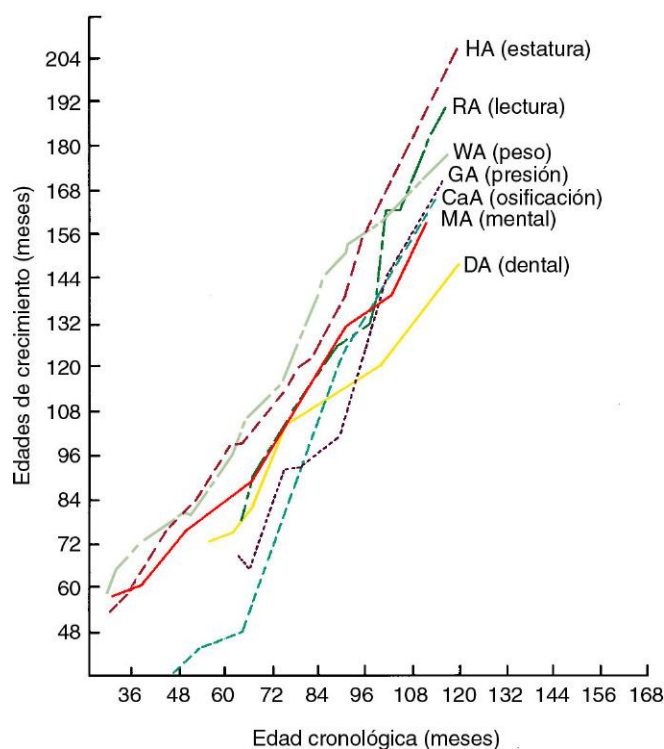


FIGURA 3-13 Cambios en los diferentes parámetros del desarrollo de un niño normal. Se puede observar que este niño estaba avanzado para su edad cronológica en casi todos los parámetros, y que todos mantienen una correlación razonable. En este caso, como sucede en muchos otros niños, la edad dental guarda una correlación con el grupo de indicadores del desarrollo menor que cualquiera de los restantes. (Reproducido a partir de Lowery GH. *Growth and Development of Children*. 6th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1973.)

la figura 3-16, se obtiene el mismo resultado que en los experimentos con animales: el diente deja de erupcionar, pero prosigue la reabsorción ósea para abrir una vía de erupción. En el síndrome humano conocido como *fallo primario de la erupción* (poco frecuente, pero perfectamente documentado), los dientes posteriores afectados no llegan a erupcionar, debido presumiblemente a un defecto en el mecanismo de propulsión.¹⁵ Ya se ha identificado una mutación en el gen del receptor de la hormona paratiroidea (*PTHRI*) que da lugar a este trastorno (también pueden intervenir otros genes) (v. capítulo 2). En las personas afectadas se observa una reabsorción ósea aparentemente normal, pero los dientes implicados no siguen la vía que ha quedado despejada. No responden a la fuerza ortodóncica y no pueden desplazarse a su posición.

Por consiguiente, parece bastante evidente que el factor que limita la velocidad es la erupción preemergente. Normalmente, el hueso superficial y los dientes primarios se reabsorben, y el mecanismo de propulsión empuja al diente hacia el espacio dejado por la reabsorción. La conclusión de la corona es la señal que activa la reabsorción del hueso situado sobre la corona del diente, y que también anula la inhibición de los genes necesarios para que se formen las raíces. Dado que la reabsorción es el factor controlador, un diente que siga incluido en el hueso puede seguir erupcionando una vez que haya terminado de formarse la raíz. No es necesario que haya una formación activa de la raíz para dar abertura continuada a la vía de erupción o para que un diente se pueda mover a lo largo de dicha vía. El diente seguirá erupcionando una vez quitada su zona apical, por lo que la proliferación de células asociadas con el alargamiento de la raíz no constituye una parte esencial del mecanismo. Normalmente, la tasa de erupción es tal que la zona apical permanece en el mismo lugar mientras que la corona se mueve en dirección oclusal, pero si la erupción se bloquea mecánicamente, la zona apical proliferante se moverá en dirección opuesta, induciendo la reabsorción donde normalmente no se suele producir (fig. 3-17). Esto suele provocar una distorsión de la forma de la raíz que se denomina *dilaceración*.



FIGURA 3-14 Radiografía panorámica de la erupción normal en un niño de 10 años. Se observa que los dientes permanentes erupcionan al mismo tiempo que se reabsorben el hueso y los dientes primarios superpuestos. Para que pueda tener lugar la erupción, primero debe producirse la reabsorción.

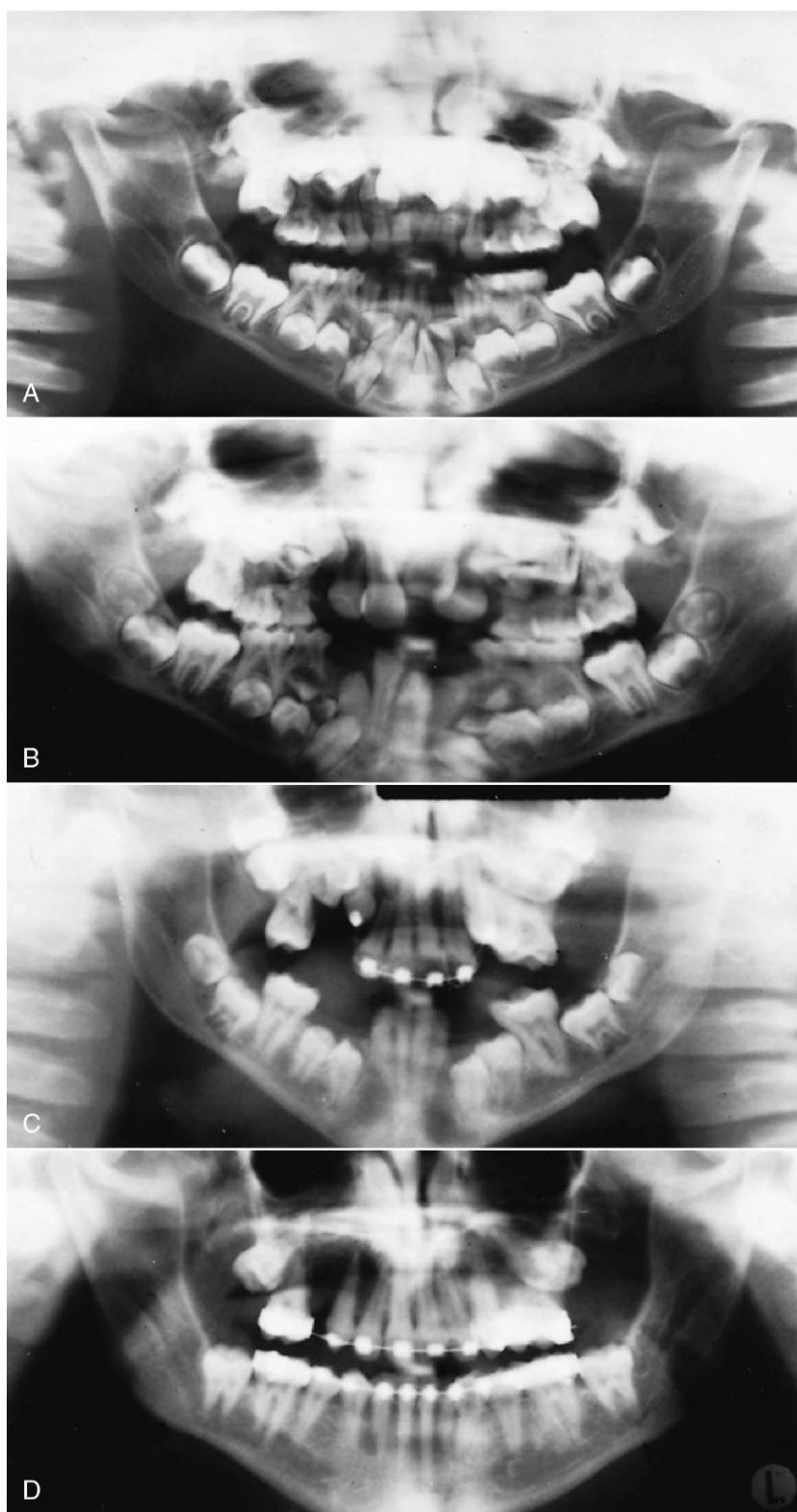


FIGURA 3-15 **A.** Radiografía panorámica de un paciente de 8 años con displasia cleidocraneal en la que se pueden apreciar las características de este trastorno. En la displasia cleidocraneal, los dientes sucedáneos no erupcionan debido a una reabsorción anormal, y la erupción de los primarios se ve retrasada por una fibrosis gingival. Es frecuente también la existencia de dientes supernumerarios, como sucede en este caso, que provocan una obstrucción mecánica adicional. Si se elimina la obstrucción a la erupción, los dientes pueden erupcionar espontáneamente, y se pueden llevar al arco con fuerzas ortodóncicas si no lo hacen. **B.** A los 10 años de edad, tras quitar mediante cirugía los incisivos primarios y supernumerarios y descubrir los incisivos permanentes. **C.** A los 14 años, tras el tratamiento ortodóncico para forzar la aparición de los incisivos en la boca y quitar mediante cirugía los caninos y molares primarios, al igual que los dientes supernumerarios de la zona. **D.** A los 16 años, hacia la terminación del tratamiento ortodóncico para llevar los dientes restantes a oclusión. El segundo premolar derecho superior quedó anquilosado, pero los demás dientes respondieron satisfactoriamente al tratamiento.

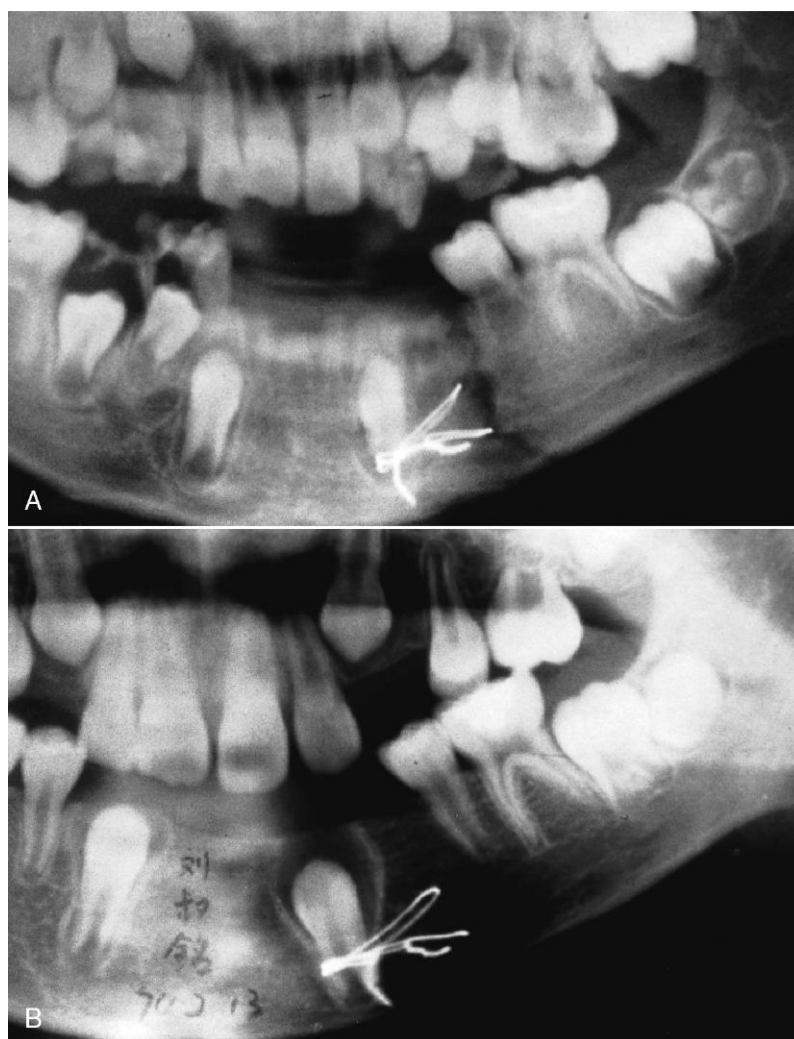


FIGURA 3-16 Radiografías de un chico que se fracturó la mandíbula a los 10 años. **A.** Inmediatamente después de la fractura, tras colocar unos alambres óseos para inmovilizar los segmentos de hueso. Inadvertidamente, uno de los alambres fijó el canino inferior izquierdo al hueso, simulando los experimentos de Cahill con animales. **B.** Un año después. Se observa que la reabsorción ha continuado normalmente sobre el canino, despejando su trayectoria de erupción, aunque el diente no se ha movido. (Por cortesía del Dr. John Lin.)

A pesar de los muchos años de estudios, sigue sin conocerse el mecanismo exacto por el que se genera la fuerza de propulsión. Parece ser que el mecanismo de erupción anterior a la emergencia de un diente en la boca es diferente al mecanismo posterior a la emergencia del diente. Según los estudios realizados con animales, las sustancias que interfieren en el desarrollo de los enlaces de unión del colágeno en maduración alteran la erupción, de forma que resulta muy tentador afirmar que la fuerza de propulsión es la formación de enlaces en la maduración del colágeno del ligamento periodontal. Este parece ser el caso después de que el diente entra en funcionamiento, pero las fibras de colágeno no están bien organizadas antes de la salida del diente a la boca, lo que significa que la maduración del colágeno no puede ser el mecanismo primario para que un diente se desplace a lo largo de su vía de erupción preemergente.

Aparte de la maduración del colágeno, otros posibles mecanismos de propulsión preemergente son las variaciones localizadas de la presión o el flujo sanguíneos, las fuerzas provocadas por la contracción de los fibroblastos y las alteraciones en la sustancia

básica extracelular del ligamento periodontal, similares a las que se observan en los geles tixotrópicos (v. las revisiones de Craddock y Youngson¹⁶).

Erupción después de la salida

Una vez que el diente emerge, erupciona rápidamente hasta aproximarse al nivel oclusal y verse sometido a las fuerzas de masticación. En ese momento, su erupción disminuye de velocidad y continúa hasta alcanzar el nivel oclusal de otros dientes, empezando a funcionar plenamente. La fase de erupción relativamente veloz, desde el momento en que perfora inicialmente la encía hasta que alcanza el nivel oclusal, se denomina *acelerón postemergente*, que contrasta con la fase posterior de erupción, que es muy lenta y a la que se conoce como de *equilibrio oclusal juvenil*.

En la década de los noventa, los nuevos medios han permitido seguir los movimientos a corto plazo de los dientes durante el acelerón postemergente, y se ha podido observar que la erupción solo se produce entre las 8 de la tarde y la medianoche o la 1

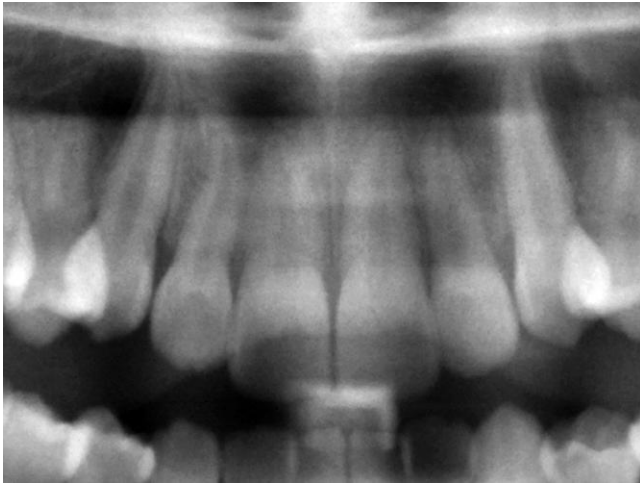


FIGURA 3-17 En este chico de 12 años se puede apreciar la curvatura del ápice radicular del incisivo lateral derecho superior. Se denomina *dilaceración* a la deformación de una raíz dental, y puede llegar a ser mucho más acusada que en este caso. Suele producirse por un impedimento en la erupción del diente, aunque un diente puede seguir erupcionando normalmente después de que se produzca la dilaceración.

de la madrugada (fig. 3-18).¹⁷ Durante las primeras horas del día, el diente deja de erupcionar e incluso muchas veces suele retroceder ligeramente, siguiendo una pauta muy complicada que se caracteriza por períodos de erupción y retracción que parecen guardar relación con las comidas. Las diferencias en la erupción entre el día y la noche parecen reflejar un ritmo circadiano subyacente, relacionado probablemente con el ciclo de liberación de la hormona del crecimiento. Experimentos en los

que se aplica presión sobre un premolar en erupción parecen indicar que la presión solo interrumpe la erupción durante 1-3 min, lo que hace muy improbable que el contacto de los alimentos con el diente en proceso de erupción (aunque no esté en contacto con su antagonista) pueda explicar este ritmo diario.¹⁸ En los humanos se ha demostrado que la erupción de los premolares que se mueven de la emergencia gingival hacia la oclusión se ve afectada por los cambios en el flujo sanguíneo en la zona apical. Esto sugiere que el flujo sanguíneo es al menos un factor contribuyente en el mecanismo de erupción.¹⁹

Los mecanismos de erupción pueden ser muy diferentes tras la erupción (los enlaces cruzados de colágeno del ligamento periodontal son más prominentes una vez que el diente empieza a participar en la oclusión, de manera que el mecanismo más probable parece ser un acortamiento de las fibras de colágeno) y el mecanismo de control varía. Parece obvio que cuando el diente se ve sometido a las fuerzas de masticación que se oponen a la erupción disminuirá el ritmo general de la misma, y así es como sucede exactamente. En los seres humanos, una vez que los dientes alcanzan el nivel oclusal, la erupción continúa de forma casi imperceptible, pero indudable. Durante el equilibrio juvenil, los dientes que están en función erupcionan a un ritmo que se corresponde con el ritmo de crecimiento vertical de la rama mandibular (fig. 3-19). Al seguir creciendo la mandíbula, se aleja del maxilar, dejando un espacio hacia el que erupcionan los dientes. No obstante, se ignora el mecanismo exacto de control de la erupción para adecuarla al crecimiento mandibular, y dado que algunos de los problemas ortodóncicos más difíciles aparecen cuando la erupción no coincide con el crecimiento, este es un aspecto muy importante que hay que seguir investigando.

La cantidad de erupción necesaria para compensar el crecimiento mandibular puede apreciarse mejor observando lo

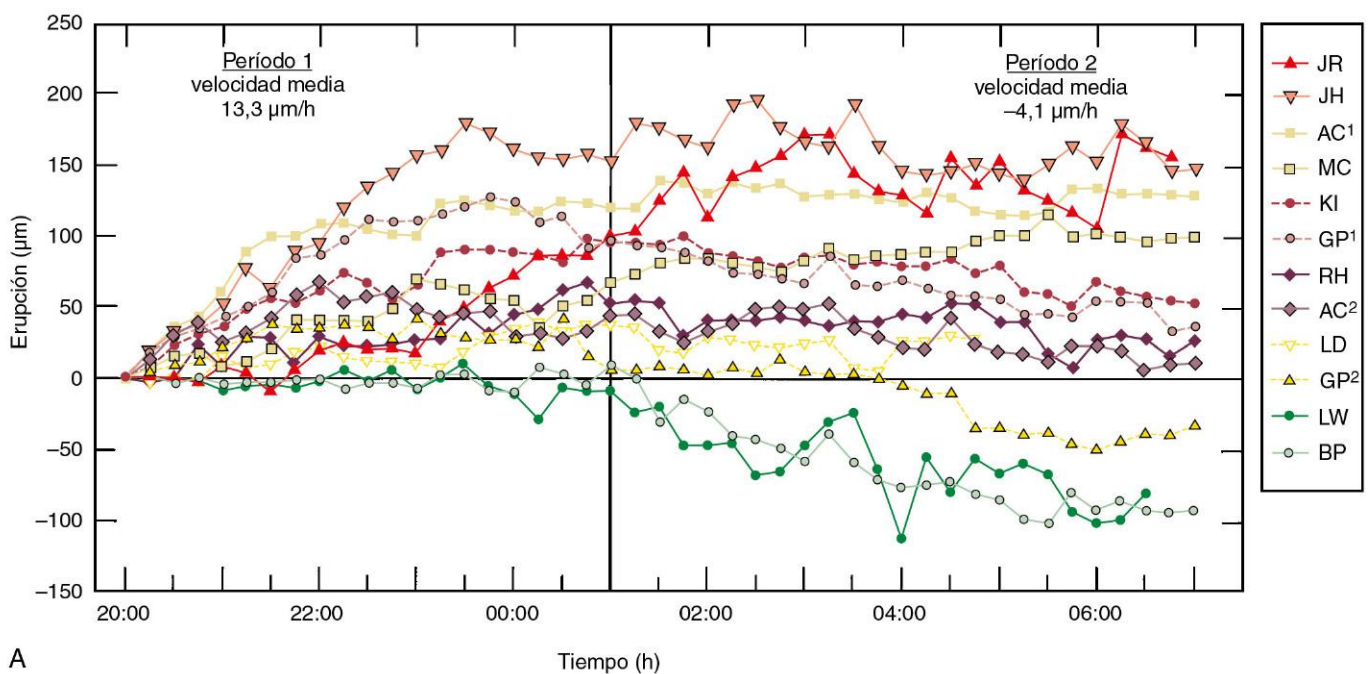


FIGURA 3-18 A. Diagramas de erupción de segundos premolares humanos observados a través de un cable de fibra óptica conectado a un videomicroscopio, que proporciona una resolución de 1-2 μm , entre las 8 de la tarde (20:00) y las 6 de la mañana (06:00). Obsérvese el patrón constante de erupción a primera hora de la tarde, seguido de una ausencia de erupción o una intrusión hacia la medianoche, sin que se produzca ninguna erupción adicional a partir de ese momento. Se sabe ahora que la erupción solo se produce durante algunas horas críticas de la primera parte de la tarde.

(Continúa)

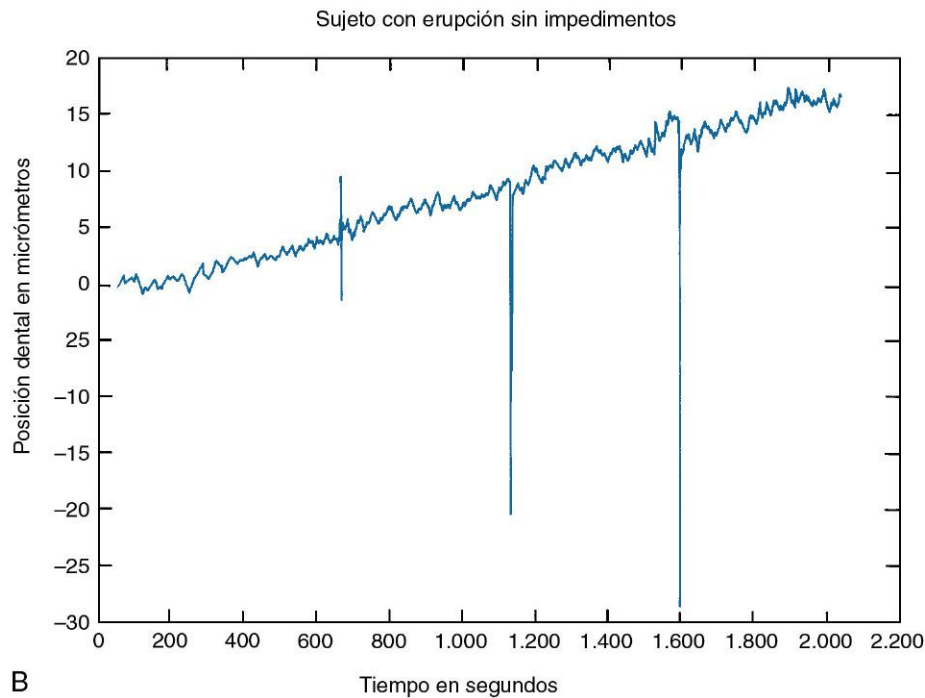


FIGURA 3-18 (cont.) B. Diagramas de erupción de un segundo premolar humano observado mediante ampliación Moire, que proporciona una resolución de $0,2 \mu\text{m}$ a lo largo de un período de 30 min a primera hora de la tarde, mientras se aplicaba una fuerza que se oponía a la erupción durante la fase de erupción activa. Se observa que el diente erupcionó casi $10 \mu\text{m}$ durante este breve período de tiempo. Las espigas verticales son artefactos de movimiento producidos por la fuerza aplicada; también se observa un ciclo de corta duración superpuesto a la curva de erupción (cuyo significado se desconoce). La aplicación de fuerzas no tiene efecto alguno sobre la erupción, como en este caso, o induce una depresión transitoria de la erupción que dura menos de 2 min. (A reproducido a partir de Risinger RK, Proffit WR. Arch Oral Biol 41:779-786, 1996. B reproducido a partir de Gierie WV, Paterson RL, Proffit WR. Arch Oral Biol 44:423-428, 1999.)

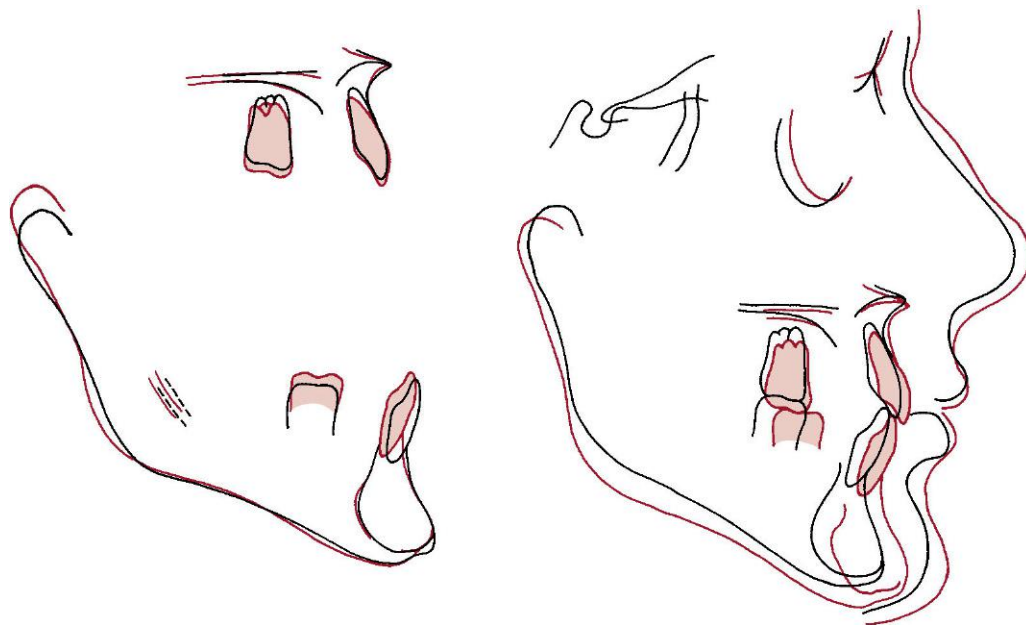


FIGURA 3-19 El grado de erupción dental, una vez que los dientes han llegado a la oclusión, se corresponde con el crecimiento vertical de la rama mandibular en un paciente con un crecimiento normal. El espacio intermaxilar aumenta con el crecimiento vertical, y es normal que los dientes superiores e inferiores se repartan este espacio equitativamente. Obsérvese la erupción equivalente de los molares superiores e inferiores en este paciente entre los 10 (negro) y los 14 años (rojo). Este es un patrón de crecimiento normal.

que sucede cuando se anquilosa un diente (es decir, se fusiona con el hueso alveolar). Un diente anquilosado parece quedar sumergido durante un tiempo y permanece al mismo nivel vertical mientras los otros siguen erupcionando (fig. 3-20). La ruta total de erupción de un primer molar permanente mide aproximadamente 2,5 cm. De esa distancia, casi la mitad la recorre después de alcanzar el nivel oclusal y empezar a funcionar. Si un primer molar queda anquilosado a una edad temprana (lo que por fortuna no es muy frecuente), puede «sumergirse», de forma que vuelve a quedar cubierto por la encía al erupcionar los demás dientes y llevar hueso alveolar con ellos (fig. 3-21).

Dado que el ritmo de erupción se corresponde con el de crecimiento mandibular, no debe extrañarnos que el acelerón puberal en el crecimiento mandibular vaya acompañado de un acelerón puberal en la erupción dental. Este patrón de erupción dental, en coordinación con el crecimiento de la mandíbula,

refuerza la idea de que la velocidad de erupción está controlada por las fuerzas que se oponen a la misma, no por las que la favorecen. Una vez que un diente llega a la boca, las fuerzas que se oponen a su erupción son la masticación y tal vez también la presión de los tejidos blandos de los labios, las mejillas o la lengua en contacto con los dientes. Si la erupción solo se produce durante los períodos de reposo, es probable que las presiones ejercidas por los tejidos blandos (p. ej., por la posición de la lengua durante el sueño) tengan una importancia en el control de la erupción mayor a la de las presiones más intensas que se producen durante la masticación. Las presiones ligeras y prolongadas son más importantes a la hora de conseguir el movimiento ortodóncico de los dientes (v. capítulo 10); por consiguiente, también parece lógico que las presiones ligeras, pero prolongadas, puedan influir en la erupción. ¿Cuál sería el origen de este tipo de presión? ¿Quizá la manera en que se posiciona la lengua entre los dientes al dormir?

Una vez finalizado el estirón puberal, la erupción dental alcanza una fase final conocida como la fase de *equilibrio oclusal adulto*. Durante la vida adulta, los dientes siguen erupcionando a un ritmo extremadamente lento. Si un diente pierde su antagonista a cualquier edad, puede volver a erupcionar con mayor rapidez, lo que demuestra que el mecanismo de la erupción permanece activo y puede producir movimientos significativos incluso a edades avanzadas.

La atrición de los dientes puede ser muy significativa con el paso de los años. Si la atrición es muy intensa, la erupción no podrá compensar la pérdida de estructura dental, por lo que disminuirá la medida vertical de la cara. Sin embargo, en la mayoría de los individuos la atrición de los dientes se ve compensada con una erupción adicional, de forma que la altura de la cara se mantiene constante, e incluso aumenta ligeramente, durante el cuarto, el quinto y el sexto decenio de vida (v. en el capítulo 4 la sección sobre maduración y envejecimiento).

Secuencia y cronología de la erupción: edad dental

La transición de la dentición primaria a la permanente que se resume en la tabla 3-2 comienza hacia los 6 años de edad con la erupción de los primeros molares permanentes y continúa al poco tiempo con la erupción de los incisivos permanentes. Los dientes permanentes tienden a erupcionar en grupos y no es tan importante conocer la secuencia habitual de erupción como saber el momento previsto en el que dichas erupciones se producen. Las fases de erupción se utilizan para calcular la edad dental, que es especialmente importante durante los años de dentición mixta. La edad dental se determina basándose en tres parámetros. El primero es el de los dientes que han erupcionado. El segundo y el tercero, que están estrechamente relacionados, son el grado de reabsorción de las raíces de los dientes primarios y el grado de desarrollo de los permanentes.

En la figura 3-22 se ha representado gráficamente la primera fase de la erupción de los dientes permanentes a una edad dental de 6 años. El orden más frecuente es la erupción inicial de los incisivos centrales inferiores, seguida muy de cerca por la de los primeros molares inferiores permanentes y la de los primeros molares superiores permanentes. Sin embargo, estos dientes suelen erupcionar casi al mismo tiempo, por lo que es una variante habitual que los primeros molares emerjan ligeramente antes que

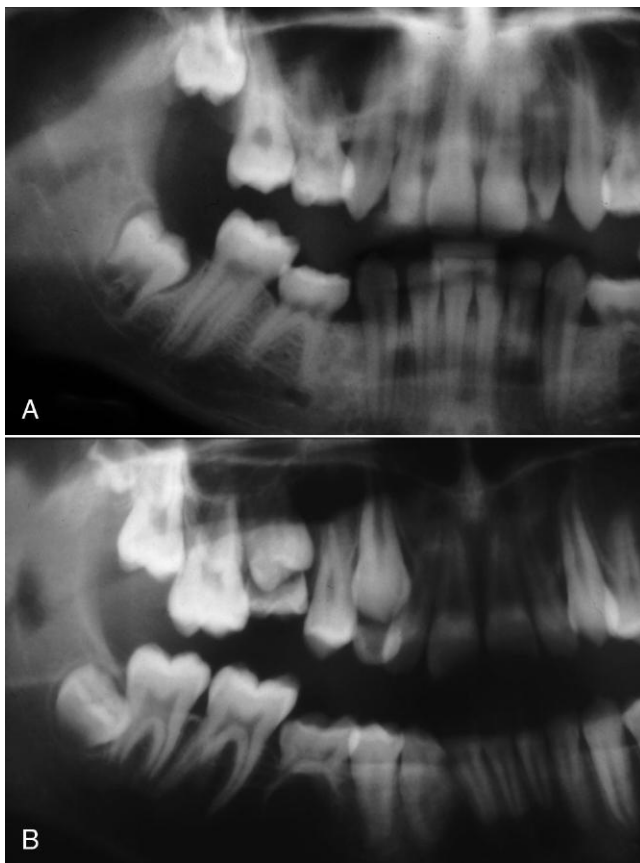
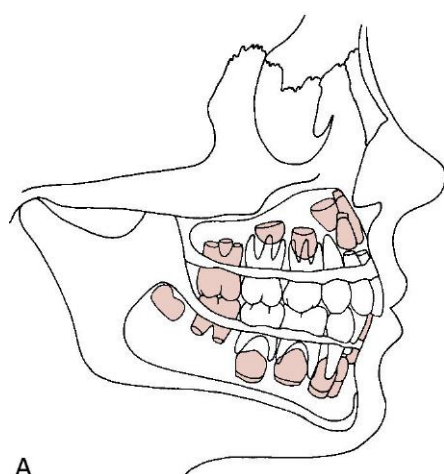


FIGURA 3-20 A. El segundo molar primario inferior de este adulto joven, que carecía congénitamente de los premolares, se anquilosó mucho antes de completarse la erupción de los demás dientes. Su aparente sumersión se debe en realidad a que los demás dientes han erupcionado por encima del mismo. Obsérvese que los primeros molares permanentes inferiores se han volcado mesialmente sobre los molares primarios sumergidos. En el arco maxilar los segundos molares primarios han erupcionado junto con los caninos permanentes y los primeros molares. B. En este paciente, el segundo molar primario superior anquilosado ha retrasado la erupción del segundo premolar, pero se está reabsorbiendo, y el segundo molar primario inferior que no tiene un sucesor permanente también está anquilosado y sumergiéndose.



FIGURA 3-21 El primer molar de esta chica de 15 años dejó de erupcionar al poco tiempo de haber emergido a los 6-7 años. A esa edad, cuando el dentista realizó una restauración oclusal, ese diente parecía haber llegado o casi llegado al contacto oclusal, en la cavidad oral. Esta imagen ilustra perfectamente la cantidad de erupción que se debe producir después del contacto oclusal inicial de los primeros molares.



A



B

FIGURA 3-22 La primera fase de la erupción de los dientes permanentes, a los 6 años de edad, se caracteriza por la erupción casi simultánea de los incisivos centrales inferiores, los primeros molares inferiores y los primeros molares superiores. **A.** Diagrama del lado derecho. **B.** Radiografía panorámica.

TABLA 3-2

Cronología del desarrollo dental: dentición permanente

Diente	COMIENZO DE LA CALCIFICACIÓN		SE COMPLETAN LAS CORONAS		ERUPCIÓN		SE COMPLETAN LAS RAÍCES	
	Maxilar	Mandibular	Maxilar	Mandibular	Maxilar	Mandibular	Maxilar	Mandibular
Central	3 meses	3 meses	4½ años	3½ años	7¼ años	6¼ años	10½ años	9½ años
Lateral	11 meses	3 meses	5½ años	4 años	8¼ años	7½ años	11 años	10 años
Canino	4 meses	4 meses	6 años	5¾ años	11½ años	10½ años	13½ años	12¾ años
1.º premolar	20 meses	22 meses	7 años	6¾ años	10¼ años	10½ años	13½ años	13½ años
2.º premolar	27 meses	28 meses	7¾ años	7½ años	11 años	11¼ años	14½ años	15 años
1.º molar	32 sem. intraútero	32 sem. intraútero	4¼ años	3¾ años	6¼ años	6 años	10½ años	10½ años
2.º molar	27 meses	27 meses	7¾ años	7½ años	12½ años	12 años	15¾ años	16 años
3.º molar	8 años	9 años	14 años	14 años	20 años	20 años	22 años	22 años

los incisivos centrales inferiores o viceversa. Por lo general, los molares inferiores emergen antes que los superiores. El comienzo de la erupción de este grupo de dientes corresponde a una edad dental de 6 años.

En la segunda fase de la erupción, a la edad dental de 7 años, erupcionan los incisivos centrales superiores y los incisivos laterales inferiores. Los primeros suelen emerger 1 año después que los inferiores, pero erupcionan al mismo tiempo que los incisivos laterales inferiores. A una edad dental de 7 años, la formación de la raíz de los incisivos laterales superiores está muy adelantada, pero todavía queda 1 año para su erupción, mientras que los caninos y los premolares aún están en la fase de terminación de la corona o justo al comienzo de la formación de la raíz.

La edad dental de 8 años (fig. 3-23) se caracteriza por la erupción de los incisivos laterales superiores. Tras la aparición de estos dientes en su arco pasan 2 o 3 años antes de que emerjan más dientes permanentes.

Dado que a las edades dentales de 9 y 10 años no erupciona ningún diente, esas edades deben distinguirse por el grado de reabsorción de los caninos y premolares primarios y por el grado de desarrollo de las raíces de sus sucesores permanentes. A la edad dental de 9 años están presentes los caninos y los primeros y segundos molares primarios; se ha completado aproximadamente un tercio de la raíz de los caninos inferiores y de los primeros premolares inferiores, y acaba de empezar (si lo ha hecho) el desarrollo de la raíz del segundo premolar inferior (fig. 3-24). En el arco maxilar ya ha comenzado a desarrollarse la raíz de los primeros premolares, pero apenas se ha iniciado (si es que lo ha hecho) el desarrollo de la raíz de los caninos y los segundos premolares.

La edad dental de 10 años se caracteriza por un mayor grado de reabsorción de las raíces de los caninos y molares primarios, así como por un mayor desarrollo de las raíces de sus sucesores permanentes. A esta edad dental se han completado aproximadamente la mitad de las raíces de cada canino inferior y de los primeros premolares inferiores y casi la mitad de las raíces de los primeros premolares superiores, y se han desarrollado notablemente las raíces de los segundos premolares inferiores, los caninos superiores y los segundos premolares superiores.

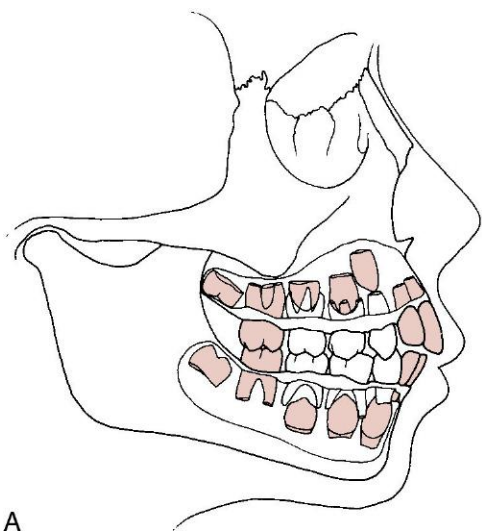
Los dientes suelen emerger una vez que se han completado tres cuartas partes de sus raíces. Por consiguiente, cuando el desarrollo de una raíz se aproxima a este nivel, es una señal de la erupción inminente del diente. Las raíces necesitan de 2 a 3 años para completar su desarrollo, una vez que el diente ha llegado al contacto oclusal.

Así pues, otro indicador de la edad dental de 10 años sería la conclusión del desarrollo de las raíces de los incisivos inferiores y la casi conclusión de las raíces de los laterales inferiores. Hacia la edad dental de 11 años deben haberse completado las raíces de todos los incisivos y de los primeros molares permanentes.

La edad dental de 11 años (fig. 3-25) se caracteriza por la erupción de otro grupo de dientes: los caninos inferiores, los primeros premolares inferiores y los primeros premolares superiores, que erupcionan más o menos simultáneamente. En el arco mandibular, los caninos suelen aparecer justo antes que los primeros premolares, pero lo importante es la coincidencia en el momento de la erupción, no los detalles sobre el orden de aparición. Por otra parte, los primeros premolares suelen erupcionar en el arco maxilar mucho antes que los caninos. A la edad dental de 11 años, los únicos dientes primarios que quedan son los caninos, y los segundos molares superiores y los segundos molares inferiores.

A la edad dental de 12 años (fig. 3-26) erupcionan los restantes dientes sucedáneos permanentes. El término *sucedáneo* se refiere a los dientes permanentes que reemplazan a los predecesores primarios; por consiguiente, un canino es un diente sucedáneo, mientras que un primer molar no lo es. Además, a esta edad dental se acerca el momento de la erupción de los segundos molares permanentes en ambos arcos. Los dientes sucedáneos completan su erupción antes de que emerjan los segundos molares en la mayoría de los niños normales, pero no siempre. Aunque la mineralización suele comenzar más tarde, se pueden observar los inicios de los terceros molares hacia los 12 años de edad.

Las edades dentales de 13, 14 y 15 años se caracterizan por el grado de culminación del desarrollo de las raíces de los dientes permanentes. Hacia la edad dental de 15 años (fig. 3-27), la formación de un tercer molar se visualizará en las radiografías, y deben haberse completado las raíces de los restantes dientes permanentes.



A

B

FIGURA 3-23

La edad dental de 8 años se caracteriza por la erupción de los incisivos laterales superiores.

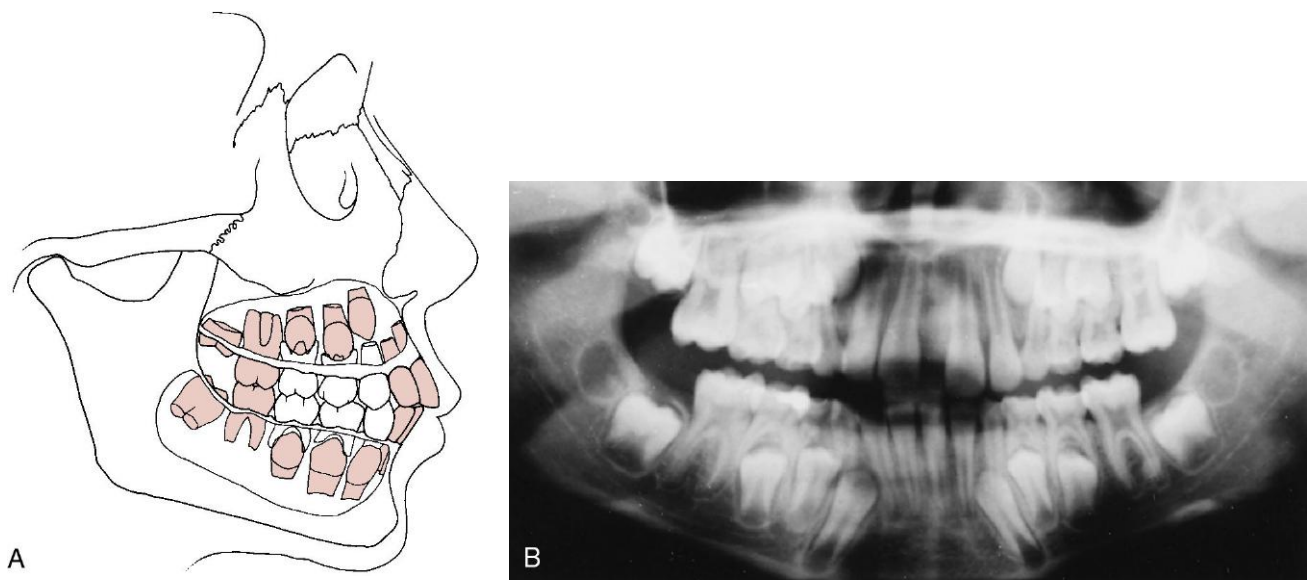


FIGURA 3-24 A la edad dental de 9 años, los incisivos laterales superiores han estado en su sitio durante 1 año, y casi se ha completado la formación de la raíz de los otros incisivos y de los primeros molares. Están empezando a desarrollarse las raíces de los caninos superiores y de todos los segundos premolares, y se ha completado aproximadamente un tercio de la raíz de los caninos inferiores y de todos los primeros premolares.

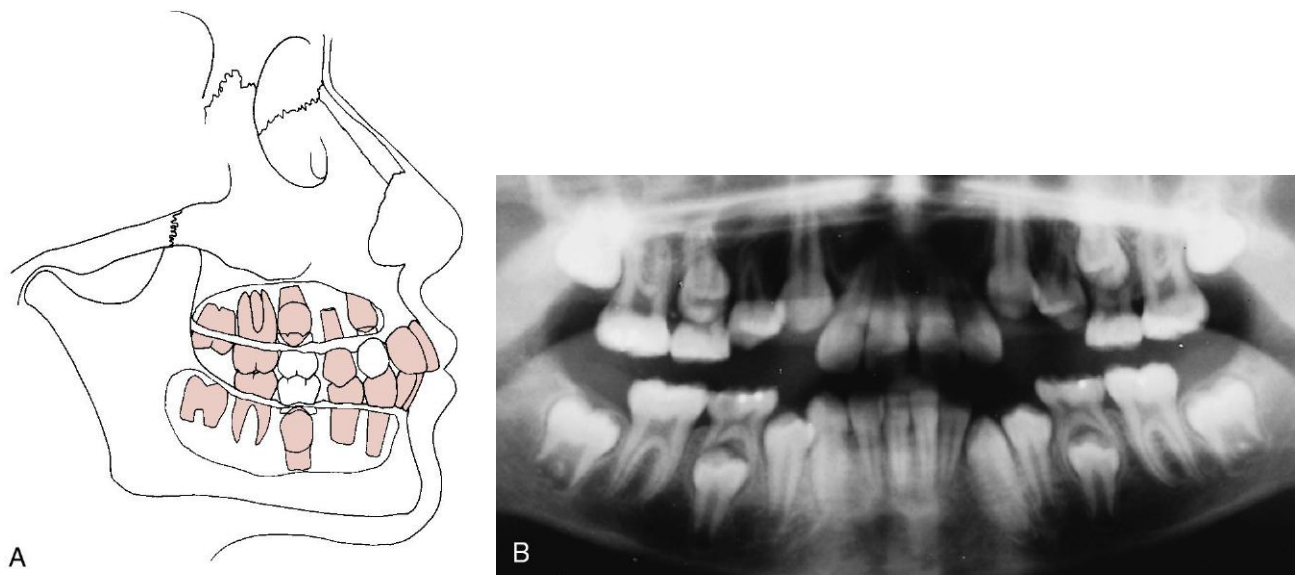


FIGURA 3-25 La edad dental de 11 años se caracteriza por la erupción más o menos simultánea de los caninos inferiores, los primeros premolares inferiores y los primeros premolares superiores.

Como sucede en las demás edades de desarrollo (que se comentan con más detalle en los párrafos siguientes), la edad dental guarda relación con la edad cronológica, aunque la correlación entre la edad dental y la cronológica es una de las más débiles. En otras palabras, los dientes erupcionan con una variabilidad considerable con respecto a las edades cronológicas que se emplean como referencia. Sin embargo, sigue siendo cierto que los dientes erupcionan por etapas, tal como acabamos de describir. En un niño con un desarrollo dental precoz, los incisivos centrales y los primeros molares inferiores pueden erupcionar a los 5 años, alcanzando la edad dental de 12 años a la edad cronológica de 10. Un niño con un desarrollo dental lento puede alcanzar la edad dental de 12 años a la edad cronológica de 14, lo cual está dentro del intervalo de variación normal.

Los cambios en el orden de erupción constituyen un signo mucho más fiable de que existe un trastorno en el desarrollo normal que una demora o una aceleración generalizada. Cuanto más se aparta un diente de su posición prevista en el orden de erupción, más probabilidades existen de que haya algún tipo de problema. Por ejemplo, un retraso en la erupción de los caninos superiores hasta la edad de 14 años está dentro de las variaciones normales, siempre que también se demore la erupción de los segundos premolares; sin embargo, si los segundos premolares han erupcionado a los 12 años y los caninos no, es probable que exista alguna alteración.

Hay algunas variaciones razonablemente normales en el orden de erupción que tienen importancia clínica y que deben conocerse: 1) la erupción de los segundos molares antes que los

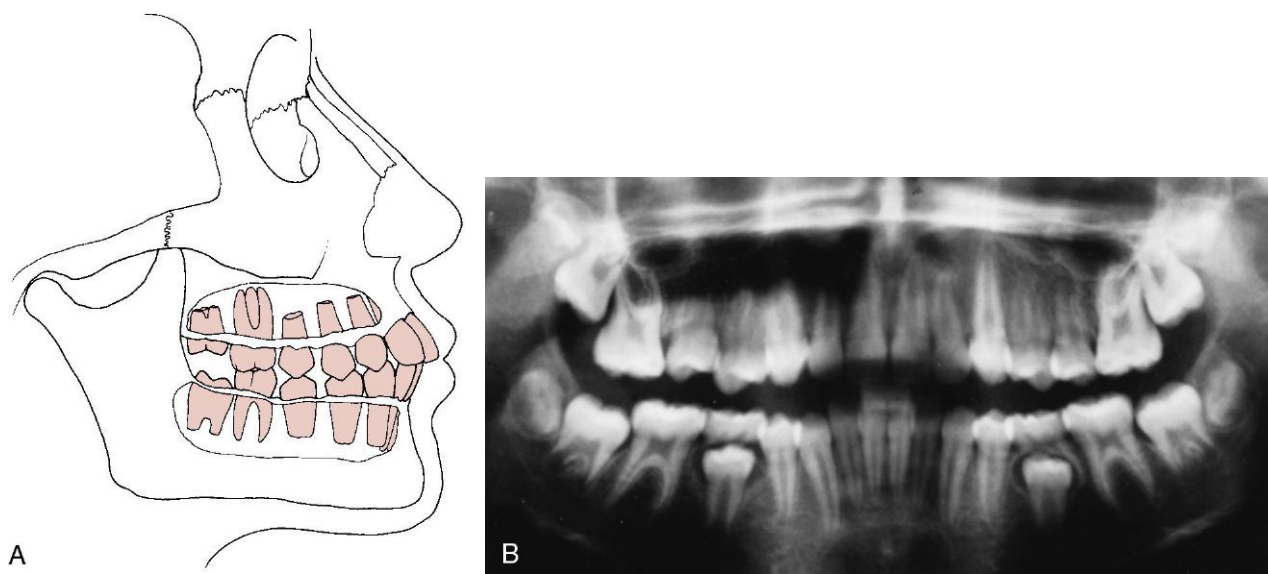


FIGURA 3-26 La edad dental de 12 años se caracteriza por la erupción de los restantes dientes sucedáneos (los caninos superiores y los segundos premolares superiores e inferiores), y unos meses después, de los segundos molares superiores e inferiores.

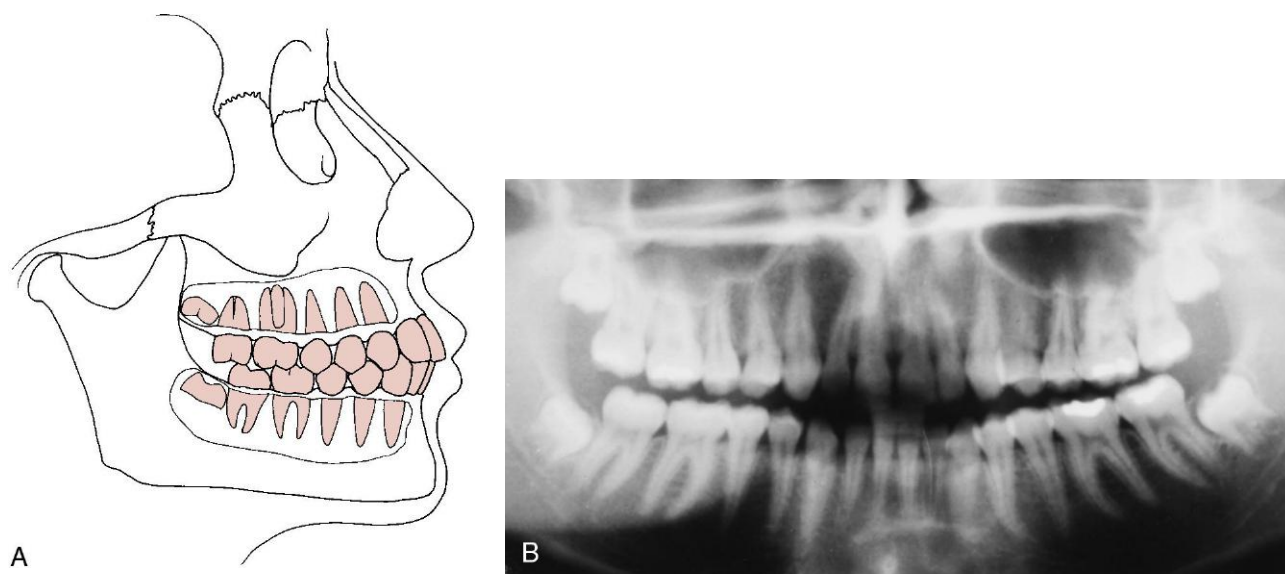


FIGURA 3-27 A la edad dental de 15 años se han completado las raíces de todos los dientes permanentes, con la excepción de los terceros molares, y también suele haberse completado la formación de la corona de los terceros molares.

premolares en el arco mandibular; 2) la erupción de los caninos antes que los premolares en el arco maxilar, y 3) las asimetrías en la erupción entre el lado derecho y el izquierdo.

La erupción precoz de los segundos molares inferiores puede resultar perjudicial en un arco dental en el que el espacio para acomodar los dientes está limitado. La erupción de los segundos molares antes que los segundos premolares tiende a mermar el espacio para estos últimos y puede dar lugar a un bloqueo parcial de los mismos en el arco mandibular. Por esta razón, cuando el segundo molar inferior erupciona precozmente puede ser necesario abrir espacio para que el segundo molar pueda completar su erupción.

Cuando un canino superior erupciona aproximadamente al mismo tiempo que el primer premolar superior (recuérdese que

este es el orden de erupción normal en el arco inferior, pero es anómalo en el superior), el canino probablemente se verá empujado en dirección labial. Los caninos superiores suelen emerger en posición labial cuando se produce una falta generalizada de espacio en el arco maxilar, ya que este diente es el último en erupcionar normalmente; no obstante, el desplazamiento del canino también puede ser una consecuencia desafortunada del orden de erupción.

En casi todas las personas se observa una asimetría moderada en la velocidad de erupción entre ambos lados de la arcada dental. Un ejemplo llamativo de la forma en que la genética influye en el tiempo de erupción se observa en los gemelos idénticos, que suelen tener asimetrías en la dentición como las imágenes de un espejo en distintas fases de la erupción.

Por ejemplo, si los premolares erupcionan un poco antes en la izquierda de uno de los gemelos, erupcionarán un poco antes en la derecha del otro. Sin embargo, la variación normal es de solo unos meses. Como regla general, si un diente permanente erupciona en un lado, pero el contralateral no lo hace en un plazo de 6 meses, hay que realizar una radiografía para investigar la causa del problema. Las variaciones menores entre ambos lados pueden ser normales, pero las variaciones importantes suelen indicar problemas.

Relaciones espaciales en la sustitución de los incisivos

Si examinamos un cráneo diseccionado, podremos ver que en ambos arcos dentales los brotes de los incisivos permanentes se encuentran en una posición lingual y apical con respecto a los incisivos primarios (fig. 3-28; v. también fig. 3-10). Como consecuencia de ello, los incisivos inferiores permanentes tienden a erupcionar en dirección ligeramente lingual y algo irregular, incluso en niños que tienen arcos dentales normales y espacios normales dentro de los arcos. En el arco maxilar es probable que el incisivo lateral emerja en posición lingual y permanezca así en caso de apiñamiento en el arco. Los caninos permanentes se sitúan más en línea con los caninos primarios. Si hay problemas en la erupción, estos dientes pueden desplazarse en sentido lingual o labial, pero lo habitual es que se desplacen labialmente, si es que no existe sitio suficiente para acomodarlos en el arco.

Los incisivos permanentes son considerablemente mayores que sus predecesores primarios. Por ejemplo, el incisivo central inferior permanente tiene unos 5,5 mm de anchura, mientras que su predecesor primario tiene unos 3 mm. Dado que los demás incisivos y caninos permanentes son cada uno 2-3 mm más anchos que sus predecesores primarios, el espaciamiento entre los incisivos primarios no solo es normal, sino que

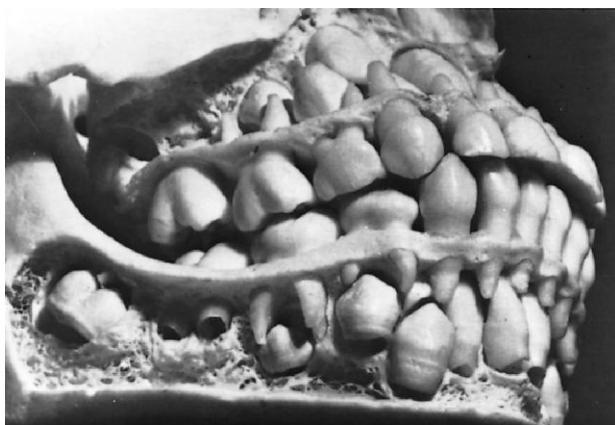


FIGURA 3-28 En esta fotografía del cráneo diseccionado de un niño de unos 6 años de edad pueden verse las relaciones de los brotes dentales permanentes en desarrollo con los dientes primarios. Se observa que los incisivos permanentes están en una posición lingual con respecto a las raíces de los incisivos primarios, mientras que los caninos ocupan una posición más labial. (Tomado de van der Linden FPGM, Deuterloo HS. *Development of the Human Dentition: An Atlas*. New York: Harper & Row; 1976.)

es importantísimo (fig. 3-29), ya que en caso contrario no habría espacio suficiente para que los incisivos permanentes erupcionasen.

El espaciamiento en la región de los incisivos primarios se distribuye normalmente entre todos los incisivos, no solo en los puntos de los «espacios de primate» (v. fig. 3-10). Esta disposición de los incisivos primarios con huecos entre los mismos puede no ser muy estética, pero es la normal. Tarde o temprano, todos los odontólogos se topan con una madre como la de Janie, que está muy preocupada porque su hija tiene los incisivos permanentes apiñados. Su comentario preferido es: «¡Pero si Janie tenía unos dientes preciosos cuando era pequeña!» Lo que la madre quiere decir es que los incisivos primarios de Janie carecían del espaciamiento normal. Una sonrisa similar a la de un adulto en un niño con dentición primaria es un hallazgo anómalo; los espacios son necesarios para la alineación de los dientes permanentes.

En la figura 3-30 se han representado gráficamente los cambios en la cantidad de espacio antes de la erupción de los caninos. Se puede observar la cantidad excesiva de espacio en ambos arcos antes de que empiecen a erupcionar los incisivos permanentes. En el arco maxilar, el espacio de primate es mesial a los caninos y queda incluido en la gráfica. En el arco mandibular, el espacio de primate es distal al canino y añade casi otro milímetro al espacio total disponible en el arco inferior. Por consiguiente, el espaciamiento total es aproximadamente el mismo en ambos arcos. Normalmente, los molares primarios están muy juntos, por lo que no existe espaciamiento adicional en la zona posterior.

Cuando erupcionan los incisivos centrales, ocupan prácticamente todo el exceso de espacio que existía en la dentición primaria normal. Al erupcionar los incisivos laterales, empieza a escasear el espacio en ambos arcos. Por lo general, el arco maxilar dispone del espacio justo para albergar la erupción de los incisivos laterales permanentes. Sin embargo, cuando erupcionan los incisivos laterales existen por término medio en el arco mandibular 1,6 mm menos de espacio disponible para los cuatro incisivos inferiores de lo que se necesitaría para que se alinearan perfectamente (v. fig. 3-30). Esta diferencia entre el espacio necesario para los incisivos y el espacio disponible se conoce como *compromiso de los incisivos*. Debido al compromiso de los incisivos, un niño normal pasará por una etapa transitoria de apiñamiento de los incisivos inferiores a los 8-9 años de edad, aunque finalmente quede espacio suficiente para albergar a todos los dientes permanentes perfectamente alineados (fig. 3-31). En otras palabras, existe en el desarrollo normal un período en el que los incisivos inferiores están ligeramente apiñados y en circunstancias normales vuelve a haber espacio suficiente cuando erupcionan los caninos.

¿De dónde procede el espacio adicional para que se puedan alinear estos incisivos inferiores ligeramente apiñados? Casi todo el crecimiento mandibular se produce en la zona posterior, y no existe ningún mecanismo por el que la mandíbula pueda crecer fácilmente en sentido anterior. Más que del propio crecimiento mandibular, el espacio adicional procede de tres fuentes (fig. 3-32):²⁰

1. Un ligero aumento de la anchura del arco dental en los caninos. Conforme avanza el crecimiento, los dientes erupcionan no solo hacia arriba, sino también ligeramente hacia fuera. Este aumento es pequeño, de unos 2 mm por término



FIGURA 3-29 Una separación de esta magnitud entre los incisivos primarios es normal en la fase final de la dentición primaria; es necesaria, ya que así se deja espacio suficiente para la alineación de los incisivos permanentes cuando erupcionen. A los 6 años de edad, lo que gusta ver es una sonrisa de dientes separados, no una «sonrisa de artista de cine» con todos los dientes juntos.

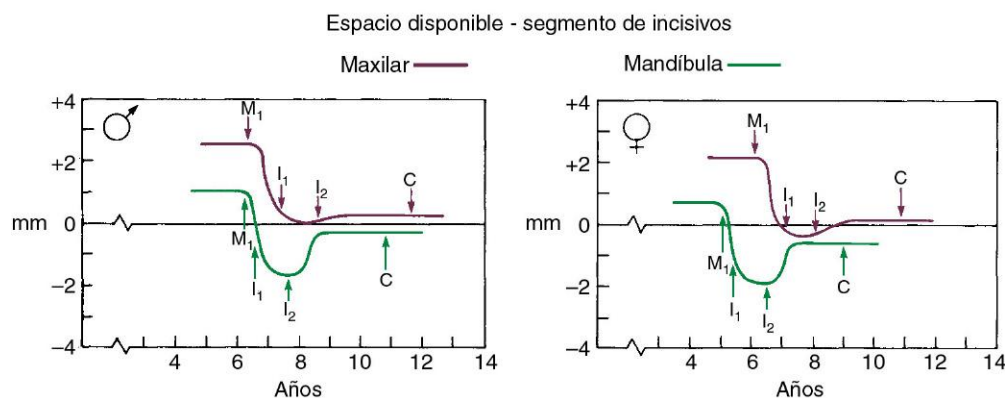


FIGURA 3-30 Representación gráfica del espacio medio disponible en los arcos dentales en los niños (*izquierda*) y las niñas (*derecha*). Se han señalado con flechas los momentos de erupción del primer molar (M_1), los incisivos centrales y laterales (I_1 e I_2) y los caninos (C). Se puede observar en ambos sexos que en el arco mandibular el espacio para los incisivos inferiores es negativo durante unos 2 años después de su erupción, lo que implica que es normal un ligero apiñamiento en el arco mandibular en esos momentos. (Tomado de Moorrees CFA, Chadha JM. Angle Orthod 35:12-22, 1965.)



FIGURA 3-31 A. Una ligera irregularidad de los incisivos inferiores, de la magnitud que se puede apreciar en la fotografía, es normal a los 7-8 años de edad, cuando han erupcionado los incisivos y los primeros molares permanentes, pero todavía se mantienen los caninos y los molares primarios. B. A los 10 años, la pérdida de los dientes primarios restantes proporciona más espacio. C. A los 14 años, la alineación ha mejorado, pero, como suele ser el caso, las rotaciones de los incisivos no se han corregido totalmente de manera espontánea.

medio, pero contribuye a resolver el apiñamiento inicial de los incisivos. En el arco maxilar se gana más anchura que en el mandibular, y más en los chicos que en las chicas. Por este motivo, las chicas tienen una mayor tendencia al apiñamiento de los incisivos, sobre todo de los inferiores.

2. La ubicación labial de los incisivos permanentes en relación con los primarios. Los incisivos primarios tienden a mantenerse bastante erguidos. Al ser sustituidos por los incisivos permanentes, estos se inclinan ligeramente hacia delante, formando el arco de un círculo más amplio. Aunque este cambio también es muy pequeño, añade 1-2 mm de espacio adicional en un niño normal.
3. La reubicación de los caninos mandibulares. Al erupcionar los incisivos permanentes, estos dientes no solo se ensanchan ligeramente, sino que se desplazan algo hacia el espacio de primate. Ello permite amortiguar el ligero aumento de anchura antes mencionado, debido a que el arco es más amplio en su parte posterior, y también proporciona un milímetro adicional de espacio. Dado que el espacio de primate es mesial a los caninos en el arco maxilar, no hay muchas posibilidades de que se produzca un cambio parecido en la posición anteroposterior de los caninos superiores.

Conviene señalar que estos tres mecanismos se producen sin un crecimiento óseo significativo en la parte anterior de los maxilares. El ligero aumento en las dimensiones de los arcos durante el desarrollo normal no basta para amortiguar cualquier

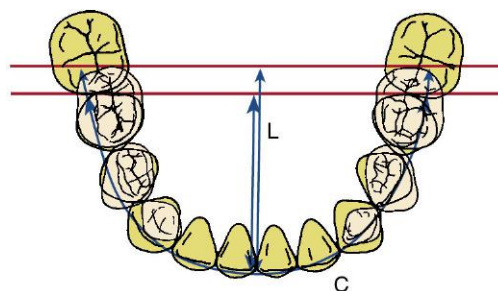


FIGURA 3-32 Tamaños de los dientes y dimensiones de los arcos dentales durante la transición a la dentición permanente. El espacio adicional necesario para alinear los incisivos inferiores tras el período de ligero apiñamiento normal procede de tres fuentes: 1) ligero aumento de la anchura del arco en los caninos; 2) leve reubicación labial de los incisivos centrales y laterales, y 3) desplazamiento distal de los caninos permanentes al ser exfoliados los primeros molares primarios. Los molares primarios son mucho mayores que los premolares que los sustituyen y el «espacio de deriva» proporcionado por esta diferencia ofrece una excelente oportunidad para el ajuste natural u ortodóncico de las relaciones oclusales al final de la transición dental. Tanto la longitud del arco (L), o distancia desde una línea perpendicular a la superficie mesial de los primeros molares permanentes hasta los incisivos centrales, como la circunferencia del mismo (C) tienden a disminuir durante la transición (es decir, una parte del espacio de deriva se emplea para el movimiento mesial de los molares).

discrepancia, por lo que es probable que si el apiñamiento era muy acentuado inicialmente, persista en la dentición permanente. De hecho, el apiñamiento de los incisivos (la forma más frecuente de maloclusión de clase I de Angle) suele ser la forma más prevalente de maloclusión.

Los incisivos centrales inferiores permanentes siempre están en estrecho contacto desde su erupción. Sin embargo, en el arco maxilar puede seguir habiendo un espacio, conocido como *diastema*, entre los incisivos centrales superiores permanentes tras la erupción de la dentición permanente. El diastema central tiende a cerrarse al erupcionar los incisivos laterales, pero puede persistir después de la erupción de los mismos, sobre todo si se han perdido los caninos primarios o si los incisivos superiores han abanicado en sentido labial. Esta es otra de las variaciones en el patrón de desarrollo normal que se producen con la suficiente frecuencia como para ser casi normal. Dado que el abanicamiento y la separación de los incisivos superiores no es muy estética, esta etapa del desarrollo se conoce como la «fase del patito feo» (fig. 3-33).

Los espacios tienden a cerrarse al erupcionar los caninos permanentes. Cuanto mayor sea el espaciamiento, menos probabilidades habrá de que un diastema central superior se cierre totalmente por sí solo. Como regla general, un diastema central superior a 2 mm o inferior es probable que se cierre, mientras que no suele ser probable que suceda lo mismo con uno que supere inicialmente los 2 mm.

Relaciones espaciales en la sustitución de los caninos y los molares primarios

A diferencia de los dientes anteriores, los premolares permanentes son más pequeños que los dientes primarios a los que reemplazan (fig. 3-34). Por término medio, el segundo molar inferior primario es 2 mm mayor que el segundo premolar, mientras que en el arco maxilar el segundo molar primario es 1,5 mm mayor. El primer molar primario es solo algo mayor que el primer premolar, pero deja libre 0,5 mm más en la mandíbula. Como consecuencia de ello, existen a cada lado de la mandíbula unos 2,5 mm a los que se denomina *espacio de deriva*, mientras que en el arco maxilar hay 1,5 mm por término medio.

Cuando se pierden los segundos molares primarios, los primeros molares permanentes se adelantan (mesialmente) con una relativa rapidez, utilizando el espacio de deriva. Esto reduce la longitud y la circunferencia del arco, los cuales están relacionados pero no son lo mismo, y suelen confundirse entre sí (v. fig. 3-32). Incluso en caso de que los incisivos estén apiñados, es habitual que los molares permanentes empleen el espacio de deriva para su desplazamiento mesial. En ese momento, existe una gran oportunidad para proceder al tratamiento ortodóncico, ya que se puede aliviar el apiñamiento utilizando el espacio de deriva (v. capítulo 12).

Las relaciones oclusales de la dentición mixta son similares a las de la dentición permanente, pero los términos empleados

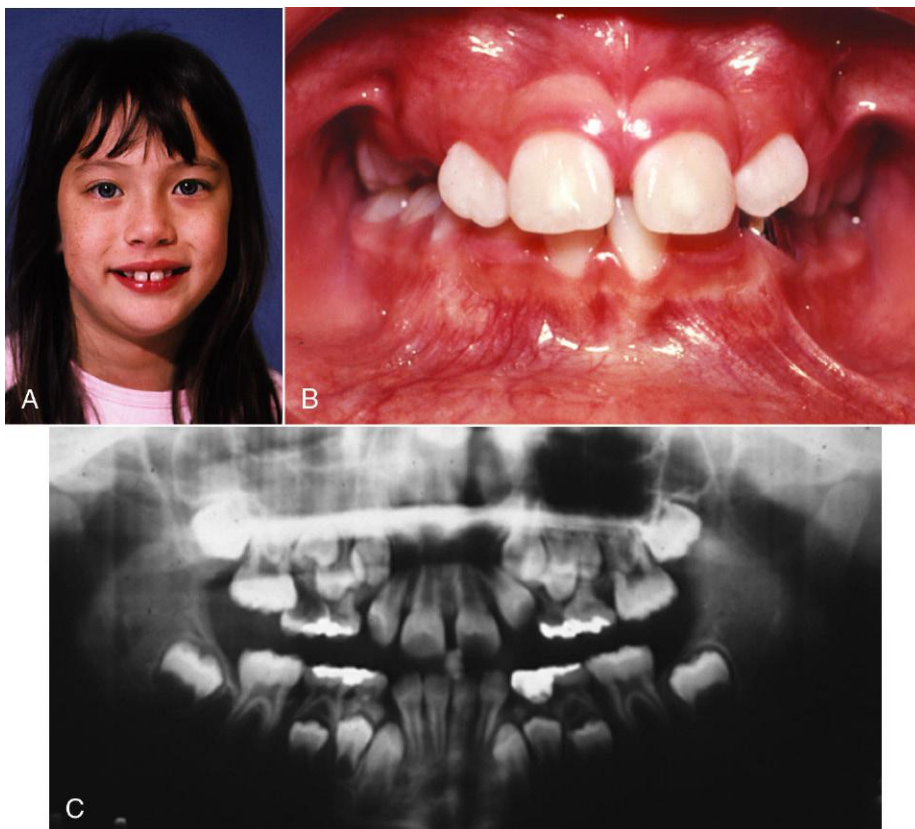


FIGURA 3-33 En algunos niños, los incisivos superiores se abren lateralmente y están muy separados en su erupción inicial, situación que suele conocerse como la «fase del patito feo». **A.** Sonrisa a los 9 años. **B.** Apariencia dental. **C.** Radiografía panorámica. La separación de los incisivos tiende a mejorar con la erupción de los caninos, pero esta situación aumenta las posibilidades de que estos últimos se impacten.

para su descripción son algo diferentes. Una relación normal entre los molares primarios es la del *plano terminal de encajado*, representado en la figura 3-35. El equivalente a la clase II de Angle en la dentición primaria es el *escalón distal*, mientras que el *escalón mesial* corresponde a la clase I. En la dentición primaria no suele verse un equivalente de la clase III, debido al patrón

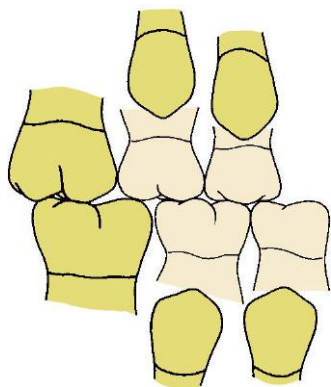


FIGURA 3-34 Diferencia de tamaño entre los molares primarios y los premolares permanentes, tal como se vería en una radiografía panorámica.

normal de crecimiento craneofacial, en el que la mandíbula queda retrasada con respecto al maxilar.

Al perderse los segundos molares primarios, los molares inferiores y superiores tienden a desplazarse mesialmente hacia el espacio de deriva, pero normalmente los molares inferiores se desplazan mesialmente más que sus equivalentes superiores. Este desplazamiento diferenciado contribuye a la transición normal desde la relación de plano terminal de encajado en la dentición mixta a la relación de clase I en la dentición permanente.

El crecimiento diferenciado de la mandíbula con respecto al maxilar también contribuye notablemente a la transición de los molares. Como hemos comentado anteriormente, el patrón de crecimiento a esta edad se caracteriza por un mayor dimensionamiento de la mandíbula que del maxilar, de forma que la primera (relativamente deficitaria) va alcanzando gradualmente al segundo. Conceptualmente, podemos imaginar que los dientes superiores e inferiores están montados sobre plataformas móviles y que la plataforma de los dientes inferiores se mueve algo más rápido que la plataforma superior. Este diferente crecimiento entre los maxilares hace que la mandíbula avance ligeramente con relación al maxilar durante la etapa de dentición mixta.

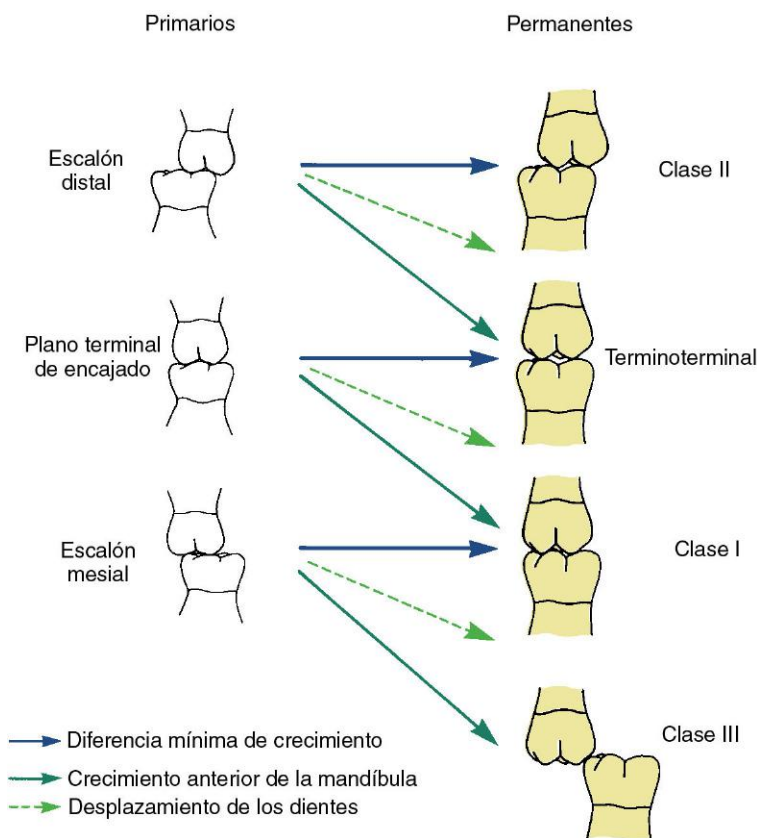


FIGURA 3-35 Relaciones oclusales de los molares primarios y permanentes. La relación de plano terminal de encajado, representada a la izquierda en el medio, es la relación normal en la dentición primaria. Cuando erupcionan inicialmente los primeros molares permanentes, sus relaciones vienen determinadas por las de los molares primarios. Las relaciones de los molares tienden a variar al perderse los segundos molares primarios y producirse la aceleración del crecimiento durante la pubertad, como indican las flechas. La diferencia de crecimiento mandibular y de desplazamiento molar en el espacio de deriva determina la relación molar, tal como muestran las flechas en el gráfico a medida que la dentición permanente se completa. Con un crecimiento adecuado y un desplazamiento de los molares, cabe esperar el cambio indicado por la línea negra continua. (Modificado de Moyers RE. Handbook of Orthodontics. 3rd ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1973.)

Si un niño tiene una relación intermolar de plano terminal de encajado a comienzos de la dentición mixta, necesitará un desplazamiento anterior de los molares inferiores de unos 3,5 mm en relación con los superiores para conseguir una transición sin problemas de la dentición permanente a una relación intermolar de clase I. Casi la mitad de esa distancia se obtiene del espacio de deriva, que permite un mayor movimiento mesial del molar mandibular que del maxilar. La otra mitad se puede obtener por el diferente crecimiento de la mandíbula, que desplaza consigo a los molares inferiores.

Mediante esta combinación entre la diferencia de crecimiento mandibular y el desplazamiento anterior de los molares inferiores solo se logra un pequeño cambio en las relaciones intermolares. Conviene tener presente que los cambios que hemos descrito son los que experimenta un niño que sigue un patrón de crecimiento normal. No existe garantía alguna de que un individuo determinado experimente un mayor crecimiento anterior de la mandíbula, ni de que el espacio de deriva se cierre de forma que desplace relativamente a los molares inferiores hacia delante.

En la figura 3-35 se resumen las posibilidades para la transición de la relación intermolar al pasar de la dentición mixta a la dentición permanente inicial. Se puede observar que la transición suele ir acompañada de un desplazamiento anterior relativo del molar inferior equivalente a media cúspide (3-4 mm), desplazamiento que se consigue mediante una combinación de crecimiento diferenciado y desplazamiento dental. La relación inicial de escalón distal en un niño puede cambiar durante la transición, pasando a una relación terminoterminal (clase II de media cúspide) en la dentición permanente, pero no es probable que se corrija totalmente hasta que pase a la clase I. También puede ocurrir que el maxilar inferior experimente un crecimiento anterior diferencial muy escaso o incluso nulo, en cuyo caso la dentición permanente mantendrá probablemente una relación molar de clase II de cúspide completa.

De manera similar, una relación de plano terminal de encajado, que da lugar a una relación terminoterminal de los molares permanentes en su erupción inicial, también puede pasar a una relación de clase I en la dentición permanente, aunque a veces siga siendo terminoterminal si el patrón de crecimiento no es favorable.

Por último, un niño que ha experimentado un crecimiento mandibular precoz puede presentar una relación de escalón mesial en los molares primarios, que da lugar a una relación molar de clase I a una edad temprana. Es bastante posible que esta relación de escalón mesial evolucione a una clase III de media cúspide durante la transición de los molares, progresando hasta una relación de clase III completa al continuar el crecimiento mandibular. Por otra parte, si la mandíbula deja de crecer más que el maxilar, la relación inicial de escalón mesial se puede convertir más adelante en una relación de clase I.

La realidad es que no todos los niños muestran una transición gradual de su relación molar primaria a una relación molar

permanente de clase I. Las variables fundamentales que influyen en la relación molar de la dentición permanente son la cuantía y la dirección del crecimiento mandibular, no el movimiento de los molares permanentes tras la pérdida de los segundos molares deciduos.

Bibliografía

1. Eli J, Sarnat H, Talmi E. Effect of the birth process on the neonatal line in primary tooth enamel. *Pediatr Dent* 11:220-223, 1989.
2. Brandt I. Growth dynamics of low-birth-weight infants. In: Falkner F, Tanner JM, eds. *Human Growth*, vol 1. 2nd ed. New York: Plenum Publishing; 1986.
3. Peterson RE, Wetzel GT. Growth failure in congenital heart disease: where are we now? *Curr Opin Cardiol* 19:81-83, 2004.
4. McDowell MA, Brody DJ, Hughes JP. Has age at menarche changed? Results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2004. *J Adolesc Health* 40:227-231, 2007.
5. Rigon F, Bianchin L, Bernasconi S, et al. Update on age at menarche in Italy: toward the leveling off of the secular trend. *J Adolesc Health* 46: 238-244, 2010.
6. Jantz RL. Cranial change in Americans: 1850-1975. *J Forensic Sci* 46: 784-787, 2001.
7. Bosma JF. Maturation of function of the oral and pharyngeal region. *Am J Orthod* 49:94-104, 1963.
8. Larsson EF, Dahlin KG. The prevalence of finger- and dummy-sucking habits in European and primitive population groups. *Am J Orthod* 87:432-435, 1985.
9. Gross AM, Kellum GD, Hale ST, et al. Myofunctional and dentofacial relationships in second grade children. *Angle Orthod* 60:247-253, 1990.
10. Tanner JM. *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height*. New York: WB Saunders; 2001.
11. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Sem Orthod* 11:119-129, 2005.
12. Gabriel DB, Southard KA, Qian F, et al. Cervical vertebrae maturation method: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136: 478.e1-478.e7, 2009.
13. Wong RWK, Alkhal HA, Rabie ABM. Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136: 484.e1-484.e6, 2009.
14. Marks SC Jr, Schroeder HE. Tooth eruption: theories and facts. *Anat Rec* 245:374-393, 1996.
15. Frazier-Bowers S, Koehler K, Ackerman JL, Proffit WR. Primary failure of eruption: further characterization of a rare eruption disorder. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 131:578e1-e9, 2007.
16. Craddock HL, Youngson CC. Eruptive tooth movement—the current state of knowledge. *Br Dent J* 197:385-391, 2004.
17. Risinger RK, Proffit WR. Continuous overnight observation of human premolar eruption. *Arch Oral Biol* 41:779-789, 1996.
18. Trentini CJ, Proffit WR. High resolution observations of human premolar eruption. *Arch Oral Biol* 41:63-68, 1996.
19. Cheek CC, Paterson RL, Proffit WR. Response of erupting human second premolars to blood flow changes. *Arch Oral Biol* 47:851-858, 2002.
20. Moorrees CFA, Chadha JM. Available space for the incisors during dental development—a growth study based on physiologic age. *Angle Orthod* 35:12-22, 1965.

CAPÍTULO

4

FASES POSTERIORES DEL DESARROLLO

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

ADOLESCENCIA: LOS PRIMEROS AÑOS DE LA DENTICIÓN PERMANENTE

Comienzo de la adolescencia

Cronología de la pubertad

PATRONES DE CRECIMIENTO DEL COMPLEJO DENTOFACIAL

Cambios en las dimensiones

Rotación de los maxilares durante el crecimiento

CAMBIOS DE MADURACIÓN Y ENVEJECIMIENTO

Crecimiento facial en los adultos

Cambios en los tejidos blandos faciales

Cambios en la alineación y la oclusión

Cambios de envejecimiento en los dientes
y en las estructuras de soporte

ADOLESCENCIA: LOS PRIMEROS AÑOS DE LA DENTICIÓN PERMANENTE

La adolescencia es un fenómeno sexual. Puede definirse como el período vital en el que se alcanza la madurez sexual. Más concretamente, es el período de transición entre la etapa infantil y la edad adulta, durante el cual aparecen los caracteres sexuales secundarios, se produce el acelerón puberal del crecimiento, se consigue la fecundidad y tienen lugar profundos cambios fisiológicos. Todos estos cambios se asocian con la maduración de los órganos sexuales y con el correspondiente aumento en la secreción de hormonas sexuales.

Este período es especialmente importante en lo referente al tratamiento odontológico y ortodóncico, ya que los cambios físicos de la adolescencia influyen significativamente en la cara y en la dentición. Los hechos más destacados en el desarrollo dentofacial durante la adolescencia son el paso de la dentición mixta a la permanente, la aceleración del ritmo general de crecimiento facial y el crecimiento diferenciado de los maxilares.

Comienzo de la adolescencia

Los primeros cambios puberales se producen en el cerebro, y aunque se ha avanzado considerablemente en el estudio de los mismos, sigue sin conocerse el estímulo concreto para su desarrollo. Cualquiera que sea la razón (aparentemente influida por un reloj interior y por estímulos exteriores), las células cerebrales del hipotálamo empiezan a secretar unas sustancias conocidas como *factores liberadores*. Tanto las células como su mecanismo de acción son algo especiales. Estas células neuroendocrinas parecen neuronas típicas, pero secretan sustancias en el cuerpo celular que descienden por sus axones por transporte citoplásmico hacia una zona muy vascularizada que existe en la base del hipotálamo, cerca de la hipófisis (fig. 4-1). Las sustancias secretadas por estas neuronas pasan a los capilares de esta región vascular y recorren con el flujo sanguíneo la corta distancia que hay hasta la hipófisis. No es habitual en el cuerpo humano que el sistema de retorno venoso transporte sustancias entre regiones muy próximas, pero aquí parece que la disposición especial de los vasos sanguíneos está hecha a medida de este cometido. Por ello, esta red especial de vasos (análoga al aporte venoso del hígado, pero a una escala mucho menor) recibe el nombre de *sistema porta hipofisario*.

En el lóbulo anterior de la hipófisis, los factores liberadores hipotalámicos estimulan las células hipofisarias para que produzcan diversas hormonas relacionadas, pero diferentes, denominadas *gonadotropinas hipofisarias*, cuya función consiste en estimular a las células endocrinas de los órganos sexuales en fase de desarrollo para que produzcan hormonas sexuales. Todo individuo sintetiza una mezcla de hormonas sexuales masculinas o femeninas, y es un hecho biológico y una observación cotidiana que existen varones femeninos y mujeres masculinas. Presumiblemente, este es el resultado del equilibrio en la competición entre las hormonas masculinas y las femeninas. En el varón, diferentes tipos de células testiculares producen testosterona, una hormona sexual masculina, y hormonas femeninas. Existe una gonadotropina hipofisaria diferente para estimular cada uno de esos tipos celulares. En la mujer, las gonadotropinas hipofisarias estimulan la secreción de estrógenos en los ovarios

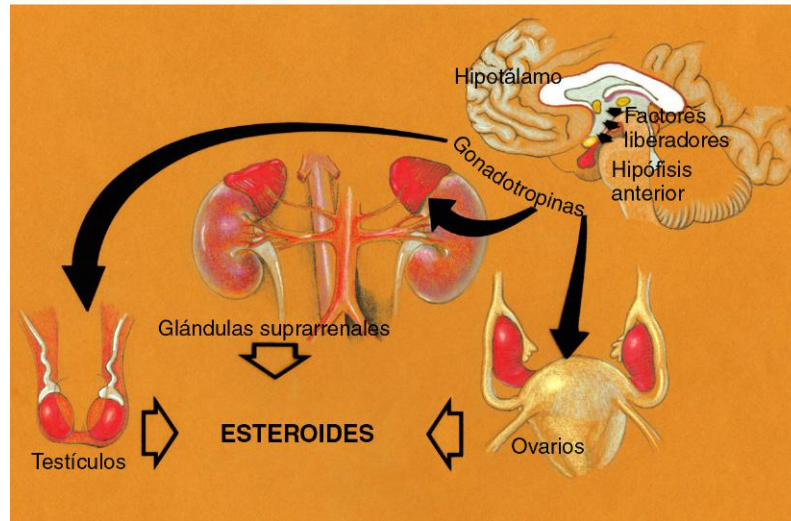


FIGURA 4-1 Representación esquemática de la cascada de señales endocrinas que controlan el desarrollo sexual. Los factores liberadores hipotalámicos van por la circulación porta hipofisaria hasta el lóbulo anterior de la hipófisis, donde inician la liberación de hormonas gonadotrópicas hipofisarias. Estas estimulan a su vez las células de los testículos, los ovarios y las glándulas suprarrenales, que secretan los esteroides sexuales.

y después de progesterona al mismo nivel. En su caso, la corteza suprarrenal sintetiza hormonas sexuales masculinas, estimulada por otra hormona hipofisaria; es probable que la corteza suprarrenal masculina produzca algunas hormonas femeninas.

Bajo el estímulo de las gonadotropinas hipofisarias, las hormonas sexuales testiculares, ováricas y corticoadrenales pasan a la circulación sanguínea en cantidades suficientes para inducir el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y acelerar el crecimiento de los genitales. El aumento de los niveles de hormonas sexuales provoca también otros cambios fisiológicos, como la aceleración del crecimiento corporal general y la merma de los tejidos linfoides que se observa en las curvas clásicas de crecimiento que se describen en el capítulo 2. El crecimiento neural no se ve afectado por la adolescencia, ya que a los 6 años de edad se ha completado prácticamente. Sin embargo, podemos considerar que los cambios en las curvas de crecimiento de los maxilares, el cuerpo en general y los tejidos linfoides y genitales se deben a los cambios hormonales que acompañan a la maduración sexual (fig. 4-2).

El sistema por el cual unas pocas neuronas hipotalámicas controlan en última instancia el nivel de hormonas sexuales circulantes puede parecer curiosamente complicado. Sin embargo, el principio es el mismo que se utiliza en sistemas de control de todo el organismo y también en la tecnología moderna. Cada uno de los pasos en el proceso de control va amplificando la señal de control, de forma muy parecida a la amplificación de la minúscula señal musical entre la fuente de la señal y los altavoces de un sistema estéreo. La cantidad de gonadotropinas hipofisarias producida es de 100 a 1.000 veces mayor que la cantidad de factores liberadores de gonadotropinas sintetizada por el hipotálamo, mientras que la cantidad de hormonas sexuales producida es 1.000 veces mayor que la propia cantidad de hormonas hipofisarias. Por consiguiente, es un sistema de amplificación en tres etapas. En lugar de verlo como una complicada curiosidad biológica, es mejor considerarlo como un diseño de ingeniería racional. Como es lógico, en todos los sistemas orgánicos se emplea un sistema similar de señales de control desde el cerebro.

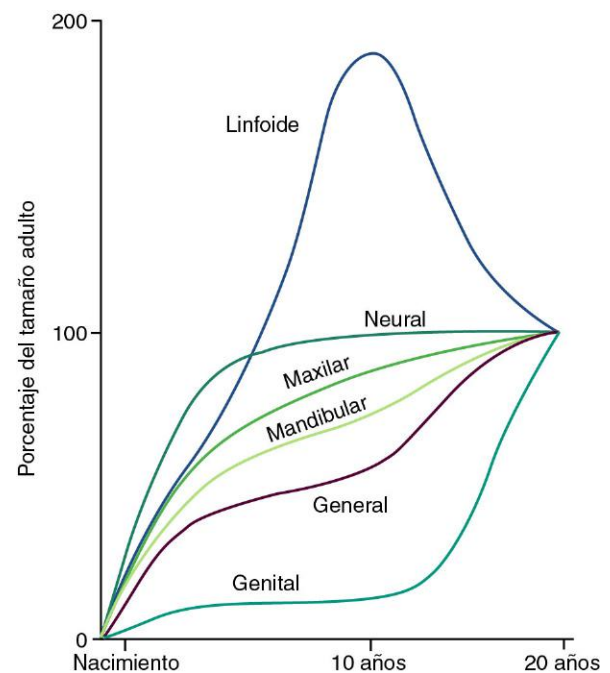


FIGURA 4-2 Curvas de crecimiento del maxilar y la mandíbula comparadas con las curvas de Scammon. Se puede observar que los maxilares experimentan un crecimiento intermedio entre las curvas neural y general, y que la mandíbula sigue la curva de crecimiento corporal general más de cerca que el maxilar. La aceleración del crecimiento corporal general durante la pubertad, que afecta también a los maxilares, corre paralela al espectacular aumento en el desarrollo de los órganos sexuales. En esos momentos también se produce una involución del tejido linfoides.

Cronología de la pubertad

Aunque existen grandes variaciones entre unos individuos y otros, la pubertad y el estirón de la adolescencia se producen, por término medio, casi 2 años antes en las chicas que en los chicos (fig. 4-3). Se desconoce la causa, pero este fenómeno tiene

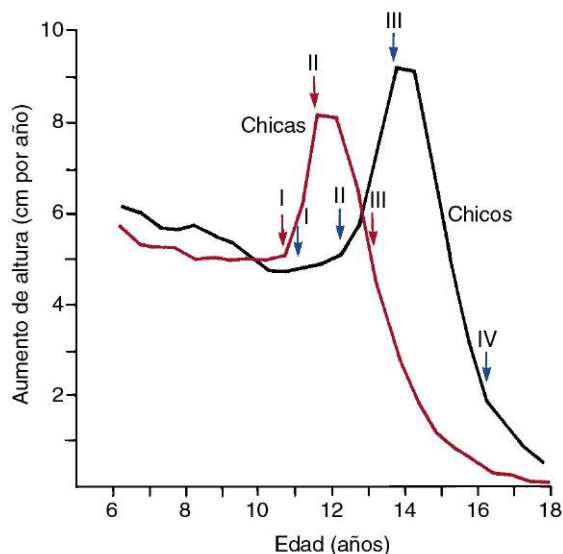


FIGURA 4-3 Curvas de velocidad de crecimiento durante la adolescencia, en las que se pueden ver las diferencias cronológicas entre chicos y chicas. También se han indicado en las curvas de velocidad de crecimiento las correspondientes fases del desarrollo sexual (v. texto). (Tomado de Marshall WA, Tanner JM. Puberty. In: Falkner F, Tanner JM, eds. Human Growth, vol 2. 2nd ed. New York: Plenum Publishing; 1986.)

consecuencias importantes para la programación del tratamiento ortodóncico, que en las chicas debe iniciarse antes que en los chicos para poder aprovechar la aceleración puberal del crecimiento. Sin embargo, debido a la considerable variación individual, los chicos que maduran precozmente llegarán a la pubertad antes que las chicas que maduran con lentitud, y conviene tener en cuenta que la edad cronológica guarda escasa relación con el grado de desarrollo individual. El grado de desarrollo de los caracteres sexuales secundarios representa un calendario fisiológico de la adolescencia que se correlaciona con el grado de crecimiento físico del individuo. Como es lógico, no todos los caracteres sexuales secundarios son fácilmente visibles, pero la mayoría se puede valorar mediante una exploración normal con la ropa puesta, como suele suceder en un consultorio odontológico.

La adolescencia femenina se puede dividir en tres fases, en función del grado de desarrollo sexual. La primera fase, que coincide aproximadamente con el comienzo del estirón físico, implica la aparición de los brotes mamarios y el comienzo del desarrollo del vello púbico. La mayor velocidad de crecimiento físico se alcanza aproximadamente 1 año después de iniciarse esta primera fase, y coincide con la segunda fase del desarrollo de los caracteres sexuales (v. fig. 4-3). En estos momentos no existe un desarrollo apreciable de las mamas, el vello púbico se ha oscurecido y diseminado más y aparece pelo en las axilas (vello axilar).

La tercera fase en las chicas se produce 1-1,5 años después de la segunda y viene marcada por el comienzo de la menstruación. En esos momentos, casi ha finalizado el estirón puberal. Se observa un ensanchamiento apreciable de las caderas, con una distribución más adulta del tejido adiposo, y se completa el desarrollo mamario.

Las fases del desarrollo sexual en los chicos están menos definidas. La pubertad comienza más tarde y se prolonga más, unos 5 años, en comparación con los 3,5 años de las chicas (v. fig. 4-3). En los chicos se pueden establecer cuatro fases de desarrollo en

relación con la curva general del crecimiento corporal durante la adolescencia.

En los niños, el signo inicial de la maduración sexual suele ser un aumento de la grasa corporal. El niño en fase de maduración gana peso y se vuelve casi rechoncho, con una distribución del tejido adiposo algo femenina. Esto se debe probablemente a que se estimula la producción de estrógenos en las células de Leydig testiculares antes de que empiecen a sintetizarse cantidades significativas de testosterona en las células de Sertoli (más abundantes). Durante esta fase, los chicos pueden parecer obesos y algo desgarrados físicamente. También en ese momento el escroto empieza a crecer y su pigmentación puede aumentar o cambiar.

En la segunda fase, aproximadamente 1 año después de la primera, empieza a acelerarse el crecimiento longitudinal. En esta fase se produce una redistribución y una relativa reducción de la grasa subcutánea, empieza a aparecer el vello púbico y comienza a crecer el pene.

La tercera fase se produce 8-12 meses después de la segunda y coincide con la mayor velocidad de crecimiento longitudinal. En esos momentos aparecen el vello axilar y el facial, aunque solo en el labio superior. También se observa una aceleración del crecimiento muscular, junto con una disminución continuada de la grasa subcutánea, con lo que obviamente el cuerpo va adquiriendo una forma más dura y angular. El vello púbico adopta una distribución más adulta, pero todavía sin llegar a la cara interna de los muslos. El pene y el escroto han alcanzado casi su tamaño adulto.

En los chicos, la cuarta fase comienza entre 15 y 24 meses después de la tercera, aunque es difícil determinarlo con precisión. En ese momento termina el acelerón del crecimiento longitudinal. Ya existe vello facial en el mentón y en el labio superior, el vello púbico y axilar tiene la distribución y el color del vello adulto y sigue aumentando la fuerza muscular.

El momento en el que se produce la pubertad establece diferencias importantes en las dimensiones corporales definitivas, de una manera que podría parecer paradójica a primera vista: cuanto antes comience la pubertad, menor será el tamaño adulto, y viceversa. El aumento de estatura depende del crecimiento del hueso endocondral en las placas epifisarias de los huesos largos, y las hormonas sexuales tienen una influencia doble sobre el crecimiento del hueso endocondral. En primer lugar, las hormonas sexuales estimulan al cartílago para que crezca más rápido, lo que da lugar al estirón puberal. Sin embargo, esas hormonas también aceleran el ritmo de maduración esquelética, que en los huesos largos corresponde al ritmo en que el cartílago se convierte en hueso. Esta aceleración de la maduración es aún mayor que la del crecimiento. Por consiguiente, durante el crecimiento acelerado de la adolescencia se consume más cartílago que lo que se repone. Hacia el final de la adolescencia, lo que queda de cartílago se transforma en hueso y se cierran las placas epifisarias. Como es lógico, en ese momento se pierde el potencial de crecimiento y el individuo deja de crecer en estatura.

Esta interrupción precoz del crecimiento tras la maduración sexual precoz es muy llamativa en las chicas, y es en gran parte la responsable de la diferencia de altura entre hombres y mujeres adultos. Por término medio, las chicas maduran antes y dejan de crecer mucho más pronto. Los chicos no alcanzan la altura de las chicas hasta que llegan a la adolescencia. La diferencia se debe a que se produce un crecimiento lento, pero constante, antes del estirón puberal, y cuando se produce dicho estirón parte desde

una estatura más elevada. Las placas epifisarias se cierran en los chicos más lentamente que en las chicas, de forma que el cese del crecimiento que implica la madurez sexual también es más completo en las chicas.

Parece ser que la edad en que se inicia la pubertad depende de influencias genéticas y ambientales. Existen familias en las que se madura precozmente y otras que lo hacen más tarde, así como individuos de algunos grupos étnicos y raciales que maduran antes que los de otros. Como se puede ver en la **figura 4-4**, los chicos holandeses son unos 5 cm más altos que sus equivalentes estadounidenses a los 10 años, y es probable que en esta diferencia tan considerable intervengan factores hereditarios y ambientales. En las chicas, parece ser que la menarquia requiere el desarrollo de una determinada cantidad de grasa corporal. En las chicas más delgadas, la menarquia se puede demorar hasta haber alcanzado este nivel. De hecho, las atletas que entrenan intensivamente y tienen niveles de tejido adiposo bastante bajos pueden dejar de menstruar, aparentemente como respuesta a su bajo nivel de grasa corporal.

En el ritmo general de crecimiento físico también influyen factores estacionales y culturales. Por ejemplo, siendo las demás circunstancias idénticas, el crecimiento tiende a ser más rápido en primavera y verano que en otoño e invierno, y los niños de las ciudades tienden a madurar más rápido que los del medio rural, sobre todo en los países menos desarrollados. Presumiblemente, dichos efectos están mediados por el hipotálamo e indican que los estímulos externos pueden influir en el ritmo de secreción de los factores liberadores de gonadotropinas.

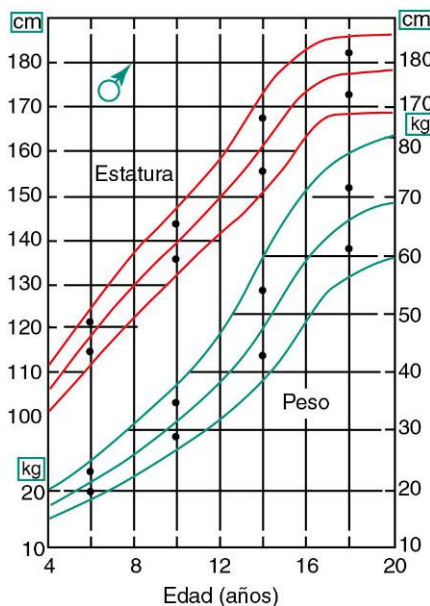


FIGURA 4-4 Curvas de altura y peso correspondientes a chicos estadounidenses; se indican los valores medios ± 2 desviaciones estándar. Obsérvense los puntos negros en las gráficas a los 6, los 10, los 14 y los 16 años. El punto superior indica la altura y el peso medios de los chicos holandeses, y el inferior, la altura y el peso medios de los norteamericanos. Se puede ver que en todas las edades, los chicos holandeses son más altos y pesados que sus homólogos norteamericanos: a los 10 años de edad, la diferencia de altura es de casi 5 cm. Este es un ejemplo muy claro de la influencia que tienen la raza, el grupo étnico, la nacionalidad y otras variables sobre el crecimiento.

Las fases del desarrollo adolescente aquí descritas fueron correlacionadas con el crecimiento longitudinal. Afortunadamente, el crecimiento de los maxilares suele correlacionarse con los cambios fisiológicos de la pubertad de una forma parecida al crecimiento longitudinal (**fig. 4-5**). En la adolescencia se produce un acelerón del crecimiento longitudinal de la mandíbula, aunque no tan espectacular como el aumento de estatura, así como un aumento moderado, pero discernible, de crecimiento en las suturas del maxilar. En la pubertad es muy patente el gradiente cefalocaudal de crecimiento, que forma parte del patrón normal. Crecen más las extremidades inferiores que las superiores y en la cara crece más la mandíbula que el maxilar. Esto da lugar a la diferencia de crecimiento entre ambos huesos que ya hemos comentado. Al ir madurando, la cara va perdiendo convexidad al aumentar la prominencia de la mandíbula y el mentón como consecuencia de ese diferente crecimiento.

Aunque la mandíbula sigue la curva del crecimiento corporal general, la correlación no es perfecta. Los datos longitudinales de los estudios sobre el crecimiento craneofacial indican que un número significativo de individuos, especialmente entre las chicas, experimenta una «aceleración infantil» del crecimiento mandibular 1 o 2 años antes de producirse el estirón puberal (**fig. 4-6**).¹ Esta aceleración infantil puede igualar e incluso superar al crecimiento mandibular que acompaña a la maduración sexual secundaria. En los chicos, si se produce un estirón infantil, casi siempre es menos intenso que la aceleración del crecimiento durante la pubertad.

Investigaciones recientes han demostrado que el desarrollo sexual comienza realmente mucho antes de lo que se creía.² A los 6 años de edad aparecen por primera vez en ambos sexos hormonas sexuales producidas por las glándulas suprarrenales, fundamentalmente en forma de un andrógeno poco activo —deshidroepiandrosterona (DHEA)—. Esta activación del componente suprarrenal del sistema recibe el nombre de *adrenarquia*. La DHEA alcanza una concentración crítica hacia los 10 años, coincidiendo con el inicio de la atracción sexual. Es probable que una aceleración juvenil del crecimiento guarde alguna relación

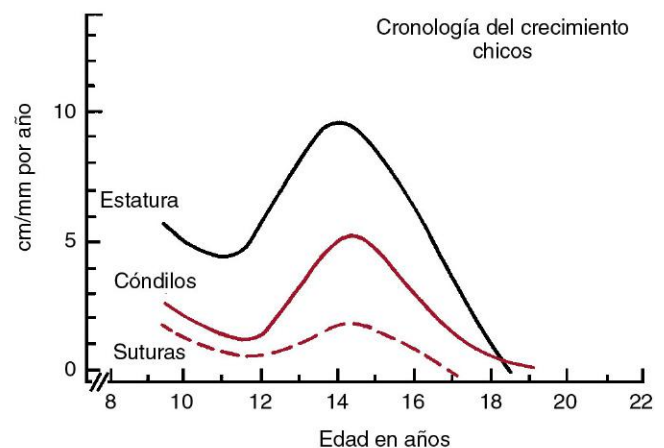


FIGURA 4-5 Por término medio, el acelerón adolescente en el crecimiento de los maxilares se produce aproximadamente al mismo tiempo que el estirón puberal, pero conviene tener presente que existen considerables variaciones individuales. (Datos tomados de Woodside DG. In: Salzmann JA, ed. *Orthodontics in Daily Practice*. Philadelphia: JB Lippincott; 1974.)

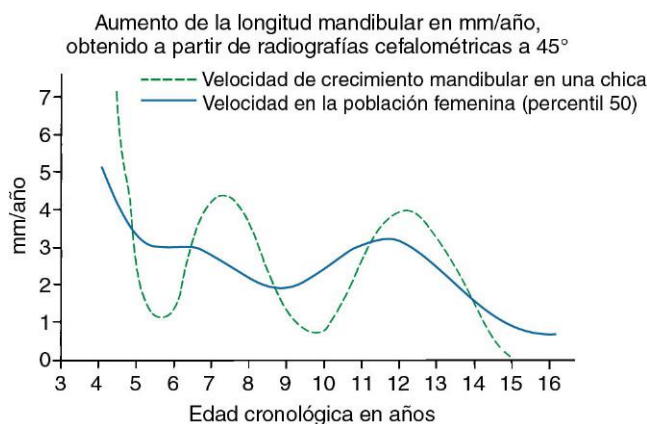


FIGURA 4-6 Los datos longitudinales correspondientes al incremento de altura de la mandíbula en una chica, extraídos del estudio del crecimiento de Burlington realizado en Canadá, demuestran que el crecimiento se acelera hacia los 8 años (aceleración juvenil), con una intensidad igual a la del acelerón puberal entre los 11 y los 14 años. Los cambios de este tipo en el patrón de crecimiento de los individuos tienden a suavizarse cuando se estudian los valores medios de los datos de corte transversal o de grupo. (Tomado de Woodside DG. In: Salzmann JA, ed. *Orthodontics in Daily Practice*. Philadelphia: JB Lippincott; 1974.)

con la intensidad de la adrenarquía, y no es sorprendente que la aceleración juvenil sea más acusada en las chicas, debido al mayor componente suprarrenal de su desarrollo sexual precoz.

Esta tendencia a que se acelere el crecimiento mandibular antes del estirón puberal, sobre todo en las chicas, tiene gran utilidad clínica y es una razón importante para valorar la edad fisiológica a la hora de planificar el tratamiento ortodóncico. Si se demora demasiado el tratamiento, se perderá la oportunidad de aprovechar la aceleración del crecimiento. En las chicas que maduran precozmente, el estirón puberal suele preceder a la transición final de la dentición, de forma que para cuando erupcionan los segundos premolares y los segundos molares casi se ha completado el crecimiento físico. La aparición de la aceleración infantil del crecimiento en las chicas acentúa esta tendencia hacia una aceleración significativa del crecimiento mandibular en el período de dentición mixta. Para muchas chicas, si reciben tratamiento mientras están creciendo rápidamente, este debe iniciarse durante el período de la dentición mixta, no cuando han erupcionado todos los dientes sucedáneos.

Por otra parte, en los chicos que maduran tardíamente puede haberse completado relativamente la dentición y restar todavía una cantidad considerable de crecimiento físico. Al programar el tratamiento ortodóncico, los especialistas tienden a tratar demasiado tarde a las chicas y demasiado pronto a los chicos, olvidando la gran disparidad que existe en su ritmo de maduración fisiológica.

PATRONES DE CRECIMIENTO DEL COMPLEJO DENTOFACIAL

Cambios en las dimensiones

Crecimiento del complejo nasomaxilar

Como se ha indicado en los capítulos anteriores, la región nasomaxilar crece por dos mecanismos básicos: 1) desplazamiento pasivo, como consecuencia del crecimiento de la base del cráneo, que empuja al maxilar hacia delante, y 2) crecimiento activo de las

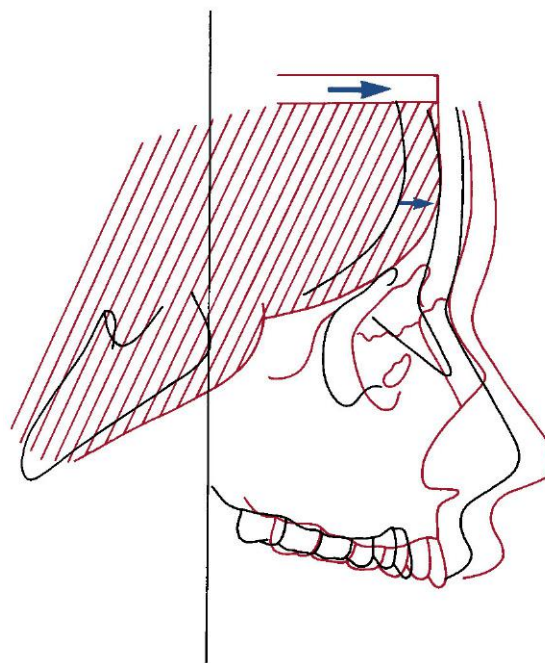


FIGURA 4-7 Representación esquemática de un mecanismo fundamental para el crecimiento del maxilar: las estructuras del complejo nasomaxilar se desplazan hacia delante al aumentar la base del cráneo y crecer los lóbulos anteriores del cerebro. (Reproducido a partir de Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.)

estructuras maxilares y de la nariz (fig. 4-7). Dado que el empuje desde atrás decrece rápidamente cuando las sincondrosis de la base del cráneo se cierran hacia los 7 años de edad, la mayor parte del crecimiento que se produce a partir de ese momento (es decir, durante el período de tiempo en el que se realiza la mayor parte del tratamiento ortodóncico) se debe al crecimiento activo de las suturas y superficies del maxilar superior.

Al estudiar el crecimiento activo del maxilar debemos considerar el efecto del remodelamiento superficial. Los cambios

superficiales pueden incrementar o mermar el crecimiento en las suturas, por aposición superficial o reabsorción, respectivamente. De hecho, el maxilar crece hacia abajo y hacia delante al ir añadiéndose tejido óseo a la parte posterior de la zona de la tuberosidad y a las suturas posterior y superior, pero al mismo tiempo se va reabsorbiendo la superficie anterior del hueso (fig. 4-8). Por esta razón, la distancia que el cuerpo del maxilar y los dientes maxilares recorren en sentido anteroinferior durante el crecimiento supera en un 25% al movimiento anterior de la superficie anterior del maxilar. Esta tendencia de la remodelación superficial a ocultar el grado de reubicación de los maxilares todavía es más llamativa si consideramos la rotación del maxilar durante el crecimiento (v. secciones siguientes).

Las estructuras nasales experimentan el mismo desplazamiento pasivo que el resto del maxilar. Sin embargo, la nariz crece más rápido que el resto de la cara, sobre todo durante el estirón puberal. La nariz crece en parte por un aumento de tamaño del tabique nasal cartilaginoso. Además, la proliferación de los cartílagos laterales altera la forma de la nariz y contribuye a incrementar su tamaño global. Por término medio, las dimensiones nasales aumentan a un ritmo un 25% mayor que las del maxilar superior durante la adolescencia, aunque el crecimiento de la nariz es muy variable, como puede confirmar un examen superficial de cualquier grupo de personas.

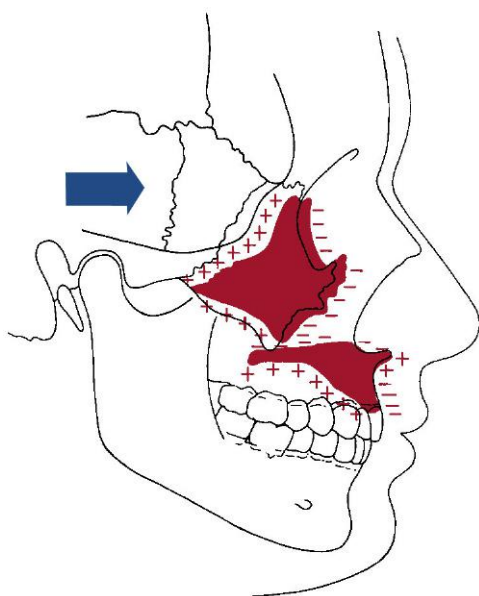


FIGURA 4-8 Conforme el maxilar va moviéndose hacia abajo y hacia delante, se va añadiendo posteriormente tejido óseo en las suturas y en la zona de la tuberosidad, pero al mismo tiempo la remodelación superficial va eliminando hueso de las superficies anteriores (excepto en una pequeña zona en la espina nasal anterior). Por este motivo, el movimiento hacia delante de las superficies anteriores es inferior al desplazamiento. Sin embargo, la remodelación superficial añade tejido óseo en el cielo de la boca, al tiempo que se reabsorbe en el suelo de la nariz. Por consiguiente, el movimiento descendente total de la bóveda palatina es superior al desplazamiento. (Reproducido a partir de Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.)

Crecimiento de la mandíbula

La mandíbula sigue creciendo a un ritmo relativamente constante antes de la pubertad. Como se puede ver en la tabla 4-1, la altura de la rama mandibular aumenta por término medio 1-2 mm anuales y el cuerpo se alarga 2-3 mm durante el mismo período. Estos datos de corte transversal tienden a suavizar la aceleración del crecimiento infantil y puberal que se registran en el crecimiento de la mandíbula (v. comentario anterior).

Una característica del crecimiento mandibular es la acentuación de la prominencia mentoniana. Hubo un tiempo en el que se pensaba que este fenómeno se debía fundamentalmente a la adición de tejido óseo al mentón, pero es un concepto equivocado. Aunque se añaden pequeñas cantidades de hueso, el cambio en el perfil mentoniano se debe fundamentalmente a que la zona que se encuentra justo por encima de la barbilla, entre esta última y el proceso alveolar, es una zona de reabsorción. El aumento de la prominencia mentoniana durante la maduración se debe a una combinación entre el desplazamiento anterior de la barbilla, como parte del patrón general de crecimiento de la mandíbula, y la reabsorción por encima de la misma que modifica los contornos óseos.

Una fuente importante de variabilidad en el crecimiento anterior de la barbilla son los cambios que produce el crecimiento de la fosa glenoidea. Si la zona del hueso temporal a la que se fija la mandíbula se desplaza hacia delante en relación con la base craneal durante el crecimiento, la mandíbula se vería desplazada hacia delante de la misma forma que el crecimiento de la base del cráneo desplaza al maxilar sobre la mandíbula. Sin embargo, esto rara vez sucede. Por lo general, el punto de fijación se mueve directamente hacia abajo, de forma que no existe desplazamiento anteroposterior de la mandíbula, aunque a veces se mueve hacia atrás oponiéndose a la proyección anterior del mentón en vez de añadirse a la misma.³ Por ejemplo, en los dos pacientes que se muestran en la figura 4-9, la longitud de la mandíbula aumentó unos 7 mm durante el tratamiento ortodóncico

TABLA 4-1

Cambios en la longitud mandibular

Años	AUMENTO DE LA LONGITUD DEL CUERPO (mm) (GONIÓN-POGONIÓN)		AUMENTO DE LA ALTURA DEL CUERPO (mm) (CÓNDILO-GONIÓN)	
	Chicos	Chicas	Chicos	Chicas
7	2,8	1,7	0,8	1,2
8	1,7	2,5	1,4	1,4
9	1,9	1,1	1,5	0,3
10	2	2,5	1,2	0,7
11	2,2	1,7	1,8	0,9
12	1,3	0,8	1,4	2,2
13	2	1,8	2,2	0,5
14	2,5	1,1	2,2	1,7
15	1,6	1,1	1,1	2,3
16	2,3	1	3,4	1,6

Datos tomados de Riolo ML, et al. *An Atlas of Craniofacial Growth*. Ann Arbor, Mich: University of Michigan Center for Human Growth and Development; 1974.

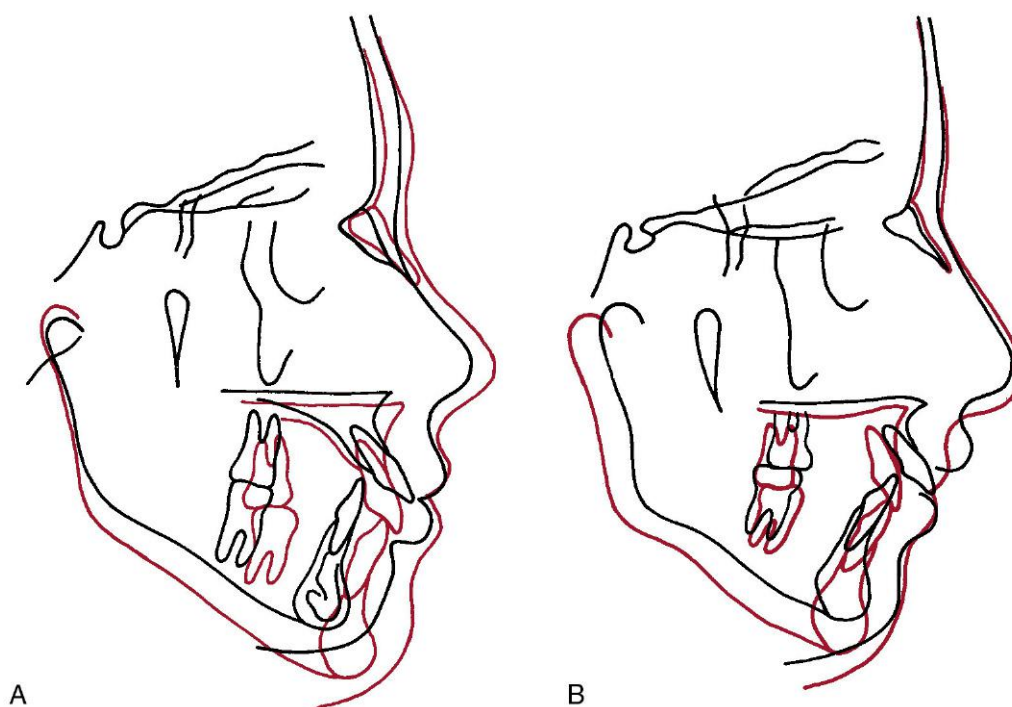


FIGURA 4-9 Registros cefalométricos del crecimiento en dos pacientes durante la corrección ortodóncica de una maloclusión moderada de clase II (superpuestos en la tríada esenoetmoidal de la base del cráneo). **A.** Cambios entre los 11 años y 10 meses y los 14 años y 11 meses. En este paciente, el crecimiento mandibular, de unos 7 mm aproximadamente, se tradujo en un movimiento de avance del mentón, mientras que la zona de la articulación temporomandibular (ATM) permaneció en la misma posición anteroposterior en relación con la base craneal. **B.** Cambios en otro paciente entre los 11 años y 8 meses y los 15 años 0 meses. Este paciente experimentó también un crecimiento mandibular de unos 7 mm, pero la zona de la ATM se movió en sentido posteroinferior en relación con la base del cráneo, de modo que una parte importante del crecimiento no se tradujo en un movimiento de avance del mentón. (Por cortesía del Dr. V. Kokich.)

en el período puberal. En uno de los pacientes, la articulación temporomandibular (ATM) no modificó su situación durante el crecimiento y el mentón se proyectó 7 mm hacia delante. En el otro, la ATM se desplazó posteriormente y el mentón solo se proyectó ligeramente hacia delante, a pesar del aumento de la longitud mandibular.

Cronología del aumento de anchura, longitud y altura

El crecimiento del maxilar y de la mandíbula se «completa» (es decir, disminuye hasta alcanzar el ritmo lento que caracteriza a los adultos normales) siguiendo una secuencia definida en los tres planos del espacio. Primero se completa el crecimiento en anchura, a continuación el crecimiento en longitud y, por último, el crecimiento en altura.

El ensanchamiento de ambos maxilares, incluidos ambos arcos dentales, tiende a completarse antes del estirón puberal y se ve escasa o nulumamente afectado por los cambios del crecimiento de la adolescencia (fig. 4-10). Por ejemplo, la anchura intercanina suele disminuir más que aumentar después de los 12 años de edad.⁴ No obstante, existe una excepción parcial a esta regla. Al crecer longitudinalmente el maxilar y la mandíbula en sentido posterior, también aumentan en anchura. En el caso del maxilar, aumenta fundamentalmente la anchura de los segundos molares y también de los terceros molares en la región de la tuberosidad (si pueden erupcionar). En el caso de la mandíbula, aumenta ligeramente la anchura a nivel molar y bicondilar hasta el final del

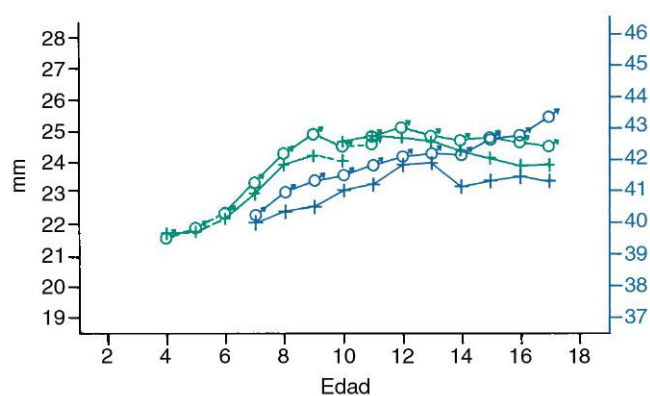


FIGURA 4-10 Cambios medios en la anchura en los caninos y los molares inferiores en ambos sexos durante el crecimiento. Se ha representado en azul la anchura en los molares y en verde la anchura en los caninos. (Tomado de Moyers RE, et al. Standards of Human Occlusal Development. Ann Arbor, Mich: University of Michigan Center for Human Growth and Development; 1976.)

crecimiento longitudinal. La anchura anterior de la mandíbula se estabiliza antes.

Ambos maxilares siguen creciendo en longitud a lo largo del período puberal. En las chicas, el crecimiento longitudinal de los maxilares casi ha cesado a la edad de 14-15 años, por término medio (con más exactitud, unos 2 o 3 años tras la menarquia), y

después tiende a crecer algo más, casi directamente hacia delante (fig. 4-11).⁵ El crecimiento vertical de la cara, sobre todo en la mandíbula, se prolonga en ambos sexos más que el crecimiento longitudinal. El incremento de la altura facial y la erupción concomitante de los dientes prosiguen durante toda la vida, pero el declive hasta alcanzar el nivel adulto (que para el crecimiento vertical es sorprendentemente elevado; v. sección siguiente) solo llega hasta los veintipocos años en los chicos y un poco antes en las chicas.

Rotación de los maxilares durante el crecimiento

Estudios con implantes de la rotación de los maxilares

Hasta que se llevaron a cabo estudios longitudinales del crecimiento utilizando implantes metálicos en los maxilares en los años sesenta (v. capítulo 2), fundamentalmente por parte de Björk et al. en Copenhague, no se sabía en qué medida rotaban ambos maxilares durante el crecimiento. Esto se debía a que la rotación que se produce en el seno de cada maxilar, denominada *rotación interna*, tiende a quedar enmascarada por cambios superficiales y alteraciones en el ritmo de erupción dental. Los cambios superficiales producen una *rotación externa*. Obviamente, el cambio global en la orientación de cada maxilar, basándose en los planos palatino y mandibular, es el resultado de la combinación de las rotaciones externa e interna.

La misma terminología utilizada para describir esos cambios resulta confusa. Los términos descriptivos que nosotros empleamos para tratar de simplificar y aclarar un tema tan difícil y complicado no son los que utilizó Björk en sus trabajos originales sobre esta materia,⁶ ni exactamente los mismos que sugirió posteriormente el grupo de Copenhague.⁷ En la tabla 4-2 ofrecemos una comparación de terminologías.

Resulta más sencillo hacerse una idea de la rotación externa e interna de los maxilares considerando la mandíbula en primer lugar. El núcleo mandibular es el hueso que rodea al nervio alveolar inferior. El resto de la mandíbula son sus diversos procesos funcionales (fig. 4-12): el proceso alveolar (el hueso que sujeta los dientes y se encarga de la masticación), los procesos musculares (el hueso en el que se insertan los músculos masticadores) y el proceso condilar, cuya función en este caso es la articulación de la mandíbula con el cráneo. Si se colocan implantes en zonas de hueso estable, lejos de los procesos funcionales, se puede observar que el núcleo mandibular de la mayoría de los individuos rota durante el crecimiento de una forma que tiende a reducir el ángulo del plano mandibular (es decir, hacia arriba anteriormente y hacia abajo posteriormente). Esto puede suceder tanto por rotación alrededor del cóndilo como por rotación sobre el cuerpo mandibular (fig. 4-13). Hay acuerdo en considerar que la rotación de los maxilares es «anterior», y se le asigna un signo negativo si el crecimiento posterior es mayor que el anterior.⁸ La rotación es «posterior» y se le asigna un signo positivo cuando las dimensiones anteriores

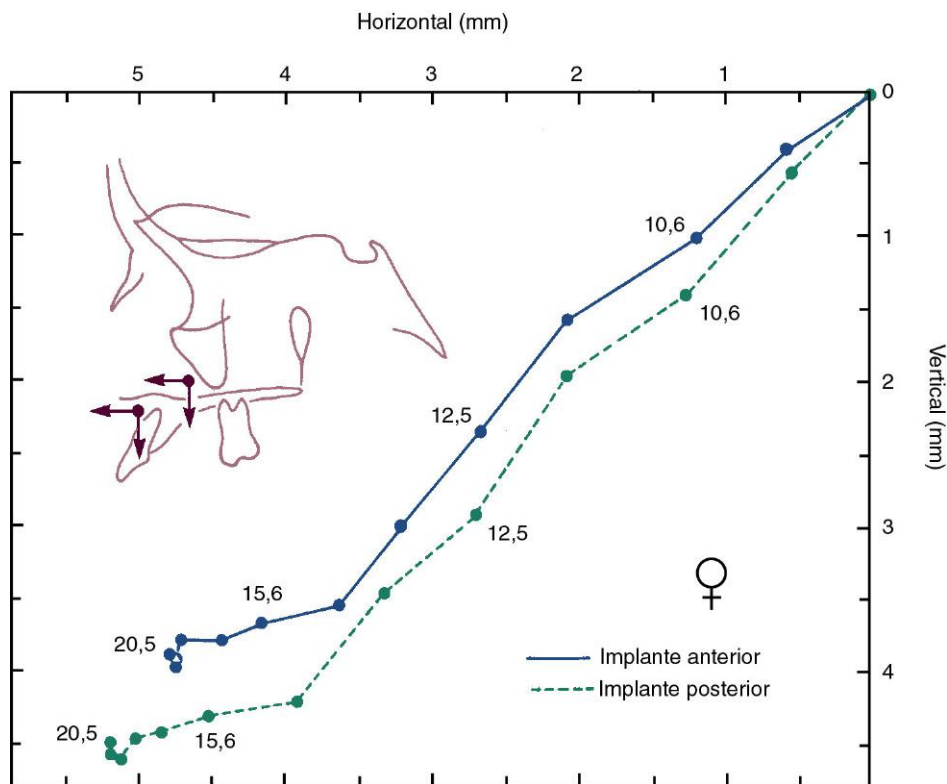


FIGURA 4-11 Trayectorias medias de crecimiento de unos implantes superiores anteriores y posteriores en relación con la base del cráneo y su perpendicular, en un grupo de chicas danesas. Se han representado las dos gráficas, con sus puntos de origen superpuestos, para facilitar la comparación. Se aprecia que el implante posterior desciende y avanza más que el anterior, y que el crecimiento continúa hasta el final de la adolescencia a un ritmo más lento. (Por cortesía del Dr. B. Solow.)

TABLA 4-2

Terminología de los cambios rotacionales de los maxilares

Situación	Björk	Solow, Houston	Proffit
Crecimiento posterior mayor que el anterior	Rotación anterior		
Crecimiento anterior mayor que el posterior	Rotación posterior		
Rotación del núcleo mandibular con respecto a la base del cráneo	Rotación total	Rotación verdadera	Rotación interna
Rotación del plano mandibular con respecto a la base del cráneo	Rotación matricial	Rotación aparente	Rotación total
Rotación del plano mandibular con respecto al núcleo mandibular	Rotación intramatricial	Remodelación angular del borde inferior	Rotación externa

Proffit: rotación total = rotación interna – rotación externa.

Björk: rotación matricial = rotación total – rotación intramatricial.

Solow: rotación aparente = rotación verdadera – remodelación angular del borde inferior.

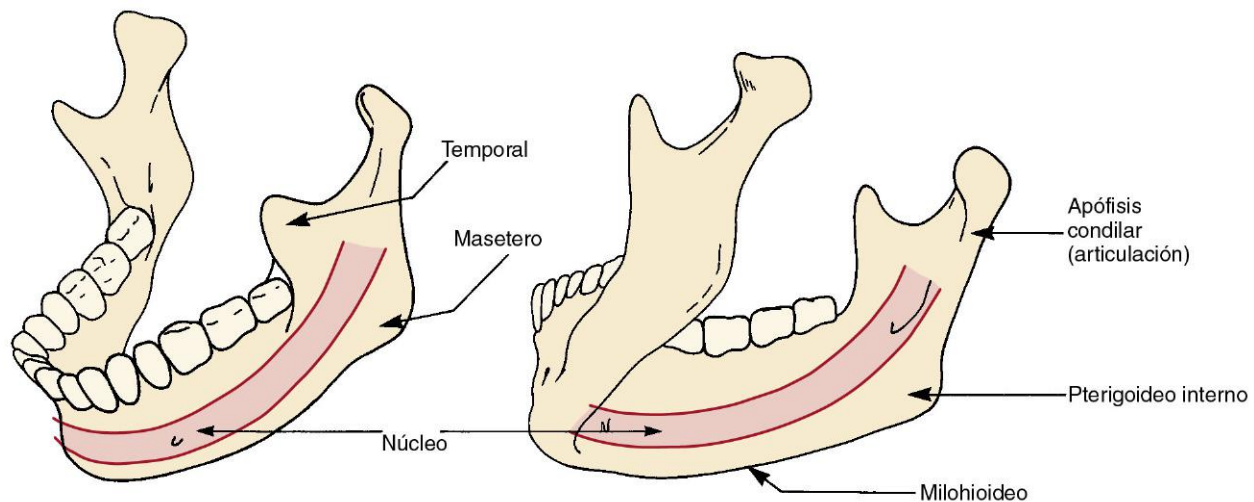


FIGURA 4-12 Se puede considerar a la mandíbula como un núcleo óseo que rodea al paquete neurovascular alveolar inferior, más una serie de procesos funcionales: el proceso alveolar, que interviene en la masticación; los procesos musculares, que sirven de punto de inserción para los músculos, y el proceso condilar, que articula la mandíbula con el resto del cráneo.

aumentan más que las posteriores y el mentón se desplaza hacia abajo y hacia atrás.

Una de las características de la rotación interna de la mandíbula es la variación entre unos individuos y otros, que puede llegar a los 10 o 15°. El patrón de desarrollo facial vertical (que se comenta con más detalle en secciones posteriores) está estrechamente relacionado con la rotación de ambos maxilares. Sin embargo, en un individuo medio con unas proporciones faciales verticales normales se produce una rotación interna de unos 15° entre los 4 años y la vida adulta. Aproximadamente un 25% de la misma se debe a rotación sobre el cóndilo y un 75% a rotación sobre el cuerpo mandibular.

Durante el tiempo en que el núcleo mandibular rota anteriormente 15° por término medio, el ángulo del plano mandibular (que representa la orientación de la mandíbula para un observador exterior) solo disminuye en una media de 2-4°. Por supuesto, el motivo por el que la rotación interna no se expresa en función de la orientación mandibular es que los

cambios superficiales (la rotación externa) tienden a compensarla. Ello significa que la parte posterior del borde inferior de la mandíbula debe ser una zona de reabsorción, mientras que la cara anterior del borde inferior no varía o sufre una ligera aposición. Estudios efectuados sobre los cambios superficiales indican que el patrón habitual de aposición y reabsorción es este exactamente (fig. 4-14).

No resulta tan fácil dividir el maxilar en un núcleo óseo y diferentes procesos funcionales. Ciertamente, el proceso alveolar es un proceso funcional en el sentido clásico, pero no existen zonas de inserción muscular análogas a las de la mandíbula. Las partes óseas que rodean las vías de paso del aire tienen una función respiratoria y no se conocen bien las relaciones forma-función implicadas. Sin embargo, si se realizan implantes por encima del proceso alveolar maxilar, se puede observar un núcleo maxilar que sufre una rotación pequeña y variable, anterior o posterior (fig. 4-15).⁹ Esta rotación interna es similar a la rotación dentro del cuerpo de la mandíbula.

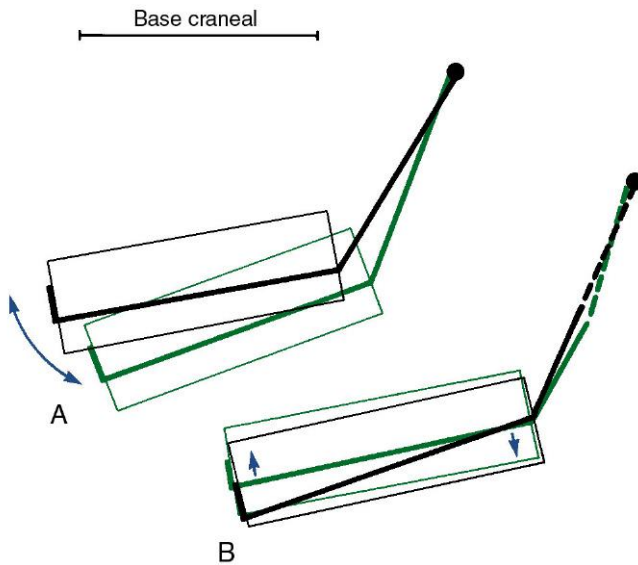


FIGURA 4-13 La rotación interna de la mandíbula (es decir, la rotación del núcleo en relación con la base del cráneo) tiene dos componentes: **A.** Una rotación alrededor del cóndilo, o rotación matricial. **B.** Rotaciones centradas en el cuerpo de la mandíbula, o rotación intramatricial. (Reproducido a partir de Björk A, Skieller V. Eur J Orthod 5:1-46, 1983.)



FIGURA 4-14 Superposición de implantes en un individuo con un patrón de crecimiento normal, en la que se pueden ver los cambios superficiales sufridos por la mandíbula entre los 4 y los 20 años. Este paciente experimentó una rotación interna de 19° , pero el ángulo del plano mandibular solo varió 3° . Obsérvese la llamativa remodelación (rotación externa), que compensa y enmascara la extensión de rotación interna. (Tomado de Björk A, Skieller V. Eur J Orthod 5:1-46, 1983.)

Al mismo tiempo que se desarrolla la rotación interna del maxilar, también se producen diferentes grados de remodelación en el paladar. Variaciones parecidas se producen en el grado de erupción de los incisivos y los molares. Por supuesto, estos cambios equivalen a una rotación externa. En la mayoría de los casos, la rotación externa tiene dirección opuesta e igual magnitud que la rotación interna, de modo que ambas rotaciones se contrarrestan entre sí, con lo que el cambio neto en la orientación

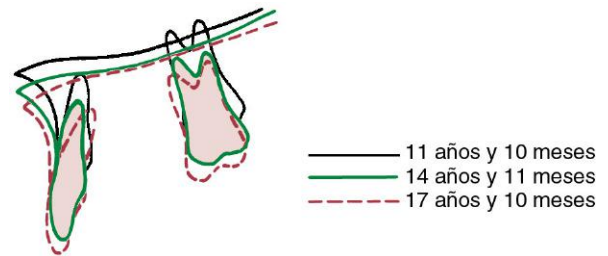


FIGURA 4-15 La superposición de implantes del maxilar revela que este paciente ha sufrido una ligera rotación interna del maxilar hacia atrás (es decir, en sentido anteroinferior). El patrón más habitual consiste en una ligera rotación hacia delante, pero también es frecuente la rotación hacia atrás. (Tomado de Björk A, Skieller V. Am J Orthod 62:357, 1972.)

maxilar (basándose en el plano palatino) es nulo (v. fig. 3-19). Hasta que se realizaron los estudios con implantes, no se sospechaba que el maxilar rotaba durante el crecimiento normal.

Aunque siempre se producen ambos tipos de rotación, son frecuentes las variaciones en el patrón habitual. Son habituales las rotaciones internas y externas de mayor o menor cuantía, alterando la compensación entre los cambios externos y la rotación interna.¹⁰ Como consecuencia de ello, se producen variaciones moderadas en la orientación de los maxilares, incluso en individuos con proporciones faciales normales. Además, los patrones de rotación durante el crecimiento difieren notablemente en los individuos que presentan los tipos de desarrollo facial verticales denominados de cara corta y de cara larga.

Los individuos del tipo de cara corta, que se caracterizan por una menor altura de la zona anteroinferior de la cara, sufren una rotación anterior excesiva de la mandíbula durante el crecimiento, debido a un aumento de la rotación interna normal y a una disminución de la compensación externa. El resultado es un plano palatino casi horizontal con un plano mandibular en ángulo grave y un gran ángulo gonial (fig. 4-16). Este tipo de rotación suele acompañarse de maloclusión de mordida profunda y de apiñamiento de los incisivos (v. secciones siguientes).

En los individuos de cara alargada, que tienen una altura excesiva en la zona anteroinferior de la cara, el plano palatino rota hacia abajo posteriormente, y a menudo crea una inclinación negativa con respecto a la horizontal, en lugar de la inclinación positiva normal. La mandíbula presenta una rotación opuesta, hacia atrás, con un aumento del ángulo del plano mandibular (fig. 4-17). Los cambios mandibulares se deben fundamentalmente a una ausencia de la rotación interna anterior normal e incluso a una rotación interna posterior. La rotación interna es a su vez fundamentalmente centrada en el cóndilo. Este tipo de rotación se asocia a maloclusión de mordida abierta anterior y a deficiencia mandibular (ya que el mentón rota hacia atrás y hacia abajo). La rotación posterior de la mandíbula afecta también a pacientes con anomalías o cambios patológicos en las articulaciones temporomandibulares. En estos individuos, el crecimiento a nivel condilar está restringido. En tres casos publicados por Björk y Skieller se observó un resultado muy interesante: una rotación posterior centrada en el cuerpo de la mandíbula, en vez de la rotación posterior a nivel condilar que se observa en los individuos del tipo de cara alargada clásico.¹¹

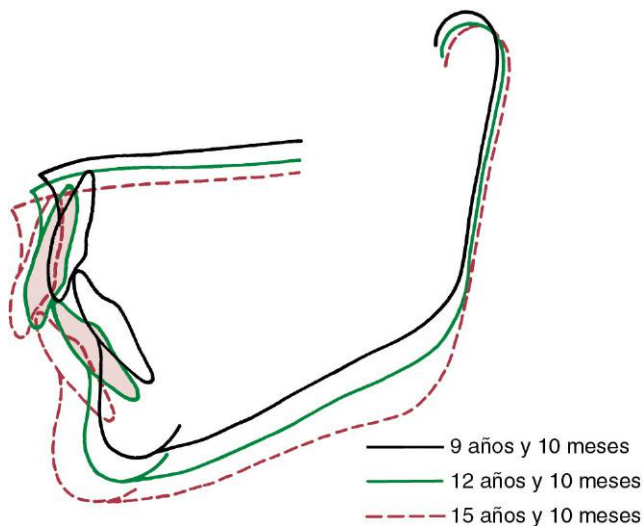


FIGURA 4-16 La superposición de la base del cráneo permite ver el patrón característico de rotación anterior en un individuo con el patrón de «cara corta». La rotación anterior aplana el ángulo mandibular y tiende a incrementar la sobremordida anteriormente. (Tomado de Björk A, Skieller V. *Am J Orthod* 62:344, 1972.)

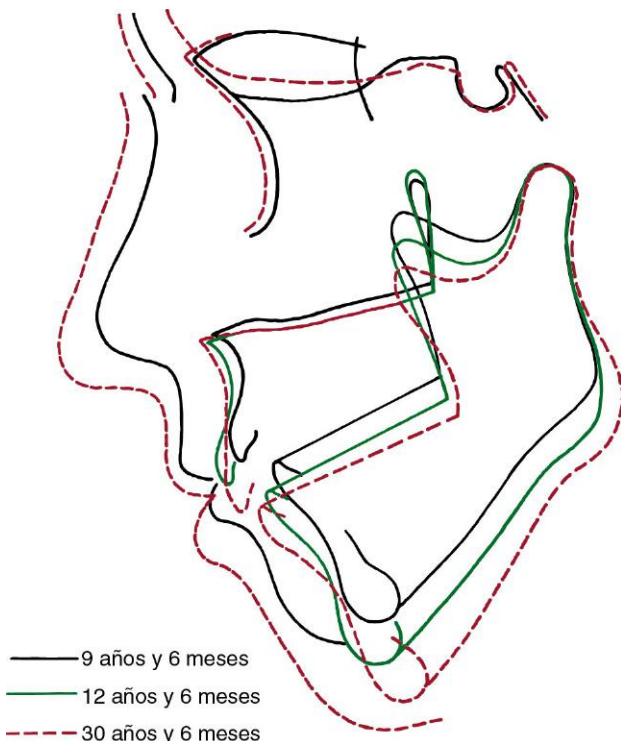


FIGURA 4-17 Patrón de rotación maxilar en un individuo con crecimiento de tipo «cara alargada» (superposición en la base del cráneo). Al rotar la mandíbula hacia atrás aumenta la altura de la parte anterior de la cara, se produce una tendencia a la mordida abierta anterior y los incisivos se ven empujados hacia adelante en relación con la mandíbula. (Tomado de Björk A, Skieller V. *Eur J Orthod* 5:29, 1983.)

Sin embargo, los cambios en la orientación maxilar son similares en ambos tipos de rotación posterior y dan lugar a los mismos tipos de maloclusiones.

Interacción entre la rotación de los maxilares y la erupción de los dientes

Como hemos comentado anteriormente, el crecimiento de los maxilares crea un espacio en el que erupcionan los dientes. Obviamente, el patrón de rotación de los maxilares al crecer influye en la magnitud de la erupción dental, y también lo hace, en una medida que puede sorprendernos, en la dirección de erupción y en la definitiva posición anteroposterior de los incisivos.

Los dientes superiores siguen en su erupción una ruta descendente y ligeramente anterior (v. fig. 4-11). En el crecimiento normal, el maxilar suele rotar algunos grados hacia delante y es frecuente que lo haga ligeramente hacia atrás. La rotación anterior tiende a inclinar los incisivos hacia delante, aumentando su prominencia, mientras que la rotación posterior empuja los dientes anteriores hacia una dirección más posterior que si no existiese la rotación, enderezándolos relativamente y reduciendo su prominencia. Por supuesto, el movimiento de los dientes en relación con la base del cráneo podría producirse por la combinación de una *translocación*, en la medida en que el diente se mueve conjuntamente con el maxilar en el que está alojado, con una verdadera *erupción* o movimiento del diente dentro del hueso maxilar. Como se aprecia en la figura 4-18, la translocación representa alrededor de la mitad del movimiento total de los dientes superiores durante el crecimiento puberal.

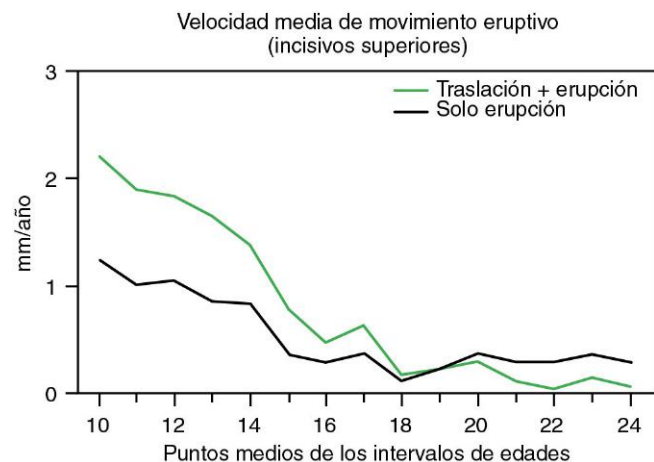


FIGURA 4-18 Velocidad media de erupción continuada (movimiento de los incisivos respecto de unos implantes en el maxilar superior) y de translocación (alejamiento de la base del cráneo) de los incisivos superiores en chicas danesas, correspondiente a una muestra longitudinal mixta. Se puede ver que los dientes se alejan de la base del cráneo por una combinación de erupción y translocación durante el crecimiento del maxilar, y que siguen produciéndose pequeños cambios como consecuencia de la erupción después de que el crecimiento haya cesado prácticamente. (Modificado de Solow B, Iseri H. *Maxillary growth revisited: an update based on recent implant studies*. In: Davidovitch Z, Norton LA, eds. *Biological Mechanisms of Tooth Movement and Craniofacial Adaptation*. Boston: Harvard Society for Advancement of Orthodontics; 1996.)

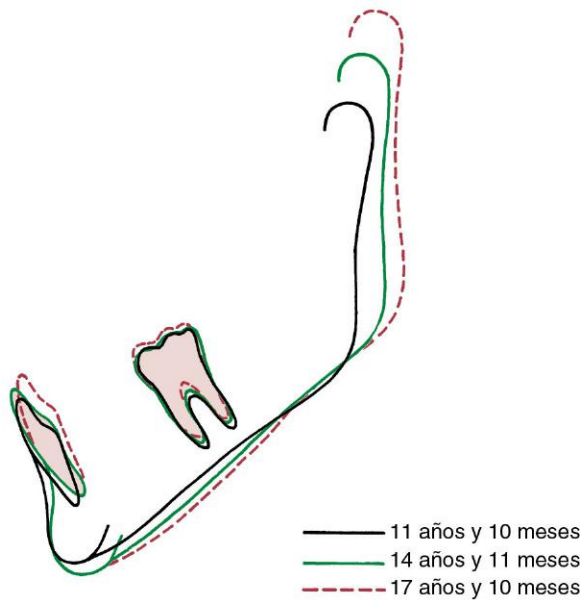


FIGURA 4-19 La superposición de los implantes mandibulares permite observar la colocación lingual de los incisivos inferiores en relación con la mandíbula que suele acompañar a la rotación anterior durante el crecimiento. (Tomado de Björk A, Skieller V. Am J Orthod 62:357, 1972.)

Los dientes inferiores siguen para su erupción una ruta ascendente y ligeramente anterior. La rotación interna que experimenta normalmente la mandíbula la empuja hacia arriba y hacia delante. Esta rotación altera la ruta de erupción de los incisivos y tiende a dirigirlos más posteriormente que si dicha rotación no existiese (fig. 4-19). Dado que la rotación interna de la mandíbula tiende a enderezar los incisivos, los molares emigran durante la erupción de forma más mesial que los incisivos, migración que se traduce en una disminución del arco dental que se observa normalmente (fig. 4-20). Dado que la rotación interna anterior de la mandíbula es mayor que la del maxilar, no debe sorprendernos que la disminución normal de la longitud del arco mandibular sea algo mayor que la de la longitud del arco maxilar.

Es evidente que esta explicación para la disminución que suele producirse en la longitud de ambos arcos maxilares difiere de la interpretación clásica, que se basa fundamentalmente en la migración anterior de los molares. La teoría moderna da mayor importancia relativa al movimiento lingual de los incisivos y menor al movimiento anterior de los molares. De hecho, los mismos estudios con implantes que permitieron descubrir la rotación interna de los maxilares han confirmado también que los cambios en la posición anteroposterior de los incisivos son un factor importante en la modificación de la longitud de los arcos maxilares.

Teniendo en cuenta esta relación entre la rotación de los maxilares y la posición de los incisivos, no debe sorprendernos que las posiciones verticales y anteroposteriores de los incisivos se vean alteradas en los individuos de cara corta y de cara alargada. Cuando se produce una rotación excesiva en el tipo de desarrollo de cara corta, los incisivos tienden a superponerse, incluso si apenas erupcionan; de ahí la tendencia a la maloclusión de mordida profunda que se aprecia en los individuos

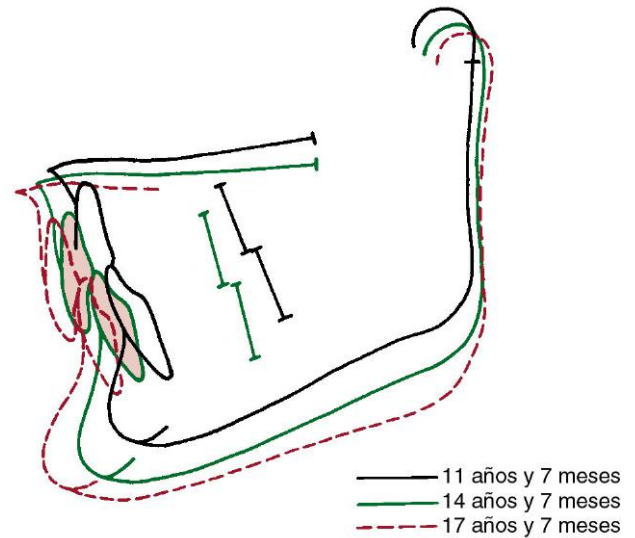


FIGURA 4-20 Superposición de la base del cráneo en un paciente con un patrón de crecimiento de cara corta. Al rotar la mandíbula hacia arriba y hacia delante tiende a aumentar el solapamiento vertical de los dientes, lo que da lugar a una maloclusión de mordida profunda. Además, aunque los dientes superiores y los inferiores avanzan en relación con la base del cráneo, el desplazamiento lingual de los incisivos en relación con ambos maxilares aumenta la tendencia al apiñamiento. (Tomado de Björk A, Skieller V. Am J Orthod 62:355, 1972.)

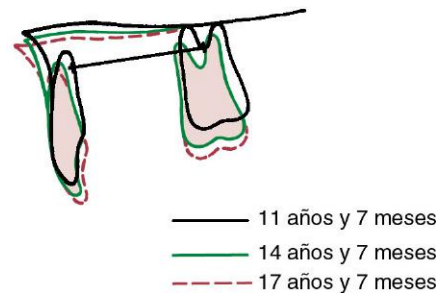


FIGURA 4-21 La superposición del maxilar demuestra el enderezamiento de los incisivos superiores en el patrón de crecimiento de cara corta (mismo paciente que el de la fig. 4-20). Este fenómeno reduce la longitud del arco maxilar y contribuye al progresivo apiñamiento. (Tomado de Björk A, Skieller V. Am J Orthod 62:355, 1972.)

de cara corta (fig. 4-21). Además, la rotación va enderezando progresivamente los incisivos, desplazándolos lingualmente y produciendo una tendencia al apiñamiento. Por otro lado, en el patrón de crecimiento de cara alargada se producirá una mordida abierta anterior al aumentar la altura facial anterior, a menos que los incisivos erupcionen a gran distancia. Además, la rotación de los maxilares empuja a los incisivos hacia delante, dando lugar a protrusión dental.

La interacción entre la erupción de los dientes y la rotación de los maxilares explica una serie de aspectos anteriormente desconcertantes sobre la ubicación de los dientes en pacientes con desproporciones faciales verticales, y es una pieza clave para entender el patrón de crecimiento en los individuos afectados.

CAMBIOS DE MADURACIÓN Y ENVEJECIMIENTO

Los cambios producidos por la maduración afectan a los tejidos duros y blandos de la cara y los maxilares, ya que el crecimiento continúa lentamente durante la vida adulta, y se observan cambios en las relaciones intermaxilares y cambios a largo plazo más marcados en los tejidos blandos. El envejecimiento tiene efectos importantes en los dientes, en sus estructuras de soporte y en la propia oclusión dental.

Crecimiento facial en los adultos

Aunque en los años treinta algunos antropólogos afirmaron que se seguía creciendo algo hasta una edad mediana, hasta finales del siglo xx se solía pensar que el esqueleto facial dejaba de crecer a finales del segundo decenio o principios del tercero de vida. A comienzos de los años ochenta, Behrents¹² consiguió reunir a unos 100 individuos que nunca habían recibido tratamiento ortodóncico, pero que habían participado en el estudio del crecimiento realizado por Bolton en Cleveland en los años treinta y finales de los cuarenta, hacía más de 40 años. Solo unos pocos habían recibido tratamiento ortodóncico. Mientras participaban en ese estudio, se valoró y registró minuciosamente su crecimiento, tanto por mediciones como por radiografías cefalométricas seriadas. Se conocía con exactitud

la ampliación de las placas y se pudieron obtener nuevas radiografías más de 40 años después con una ampliación conocida, de modo que fue posible realizar mediciones exactas de las dimensiones faciales.

Los resultados fueron sorprendentes, pero inequívocos: la cara continuaba creciendo durante la vida adulta (fig. 4-22). Aumentaban prácticamente todas las dimensiones faciales, pero el tamaño y la forma del complejo craneofacial variaban con el paso del tiempo. Durante la vida adulta, los cambios verticales eran más prominentes que los anteroposteriores, mientras que la anchura variaba menos; por consiguiente, las alteraciones observadas en el esqueleto facial adulto parecen ser una continuación del patrón observado durante la maduración. Resulta especialmente interesante el hecho de que una aparente desaceleración del crecimiento en las chicas hacia el final de la adolescencia iba seguida de una reanudación del mismo durante el segundo decenio de vida. Parece que el primer embarazo suele inducir un cierto crecimiento de los maxilares femeninos. Aunque cuantitativamente la magnitud de los cambios adultos (expresada en términos de milímetros por año) era bastante pequeña, el efecto acumulativo a lo largo de varios decenios era sorprendentemente grande (fig. 4-23).

Los datos revelaban además que la rotación de ambos maxilares proseguía durante la vida adulta, al mismo tiempo que los cambios verticales y la erupción dental. Dado que no se emplearon implantes en estos pacientes, no fue posible diferenciar con precisión la rotación interna de la externa, pero parece probable que continúen la rotación interna y los cambios superficiales. Por

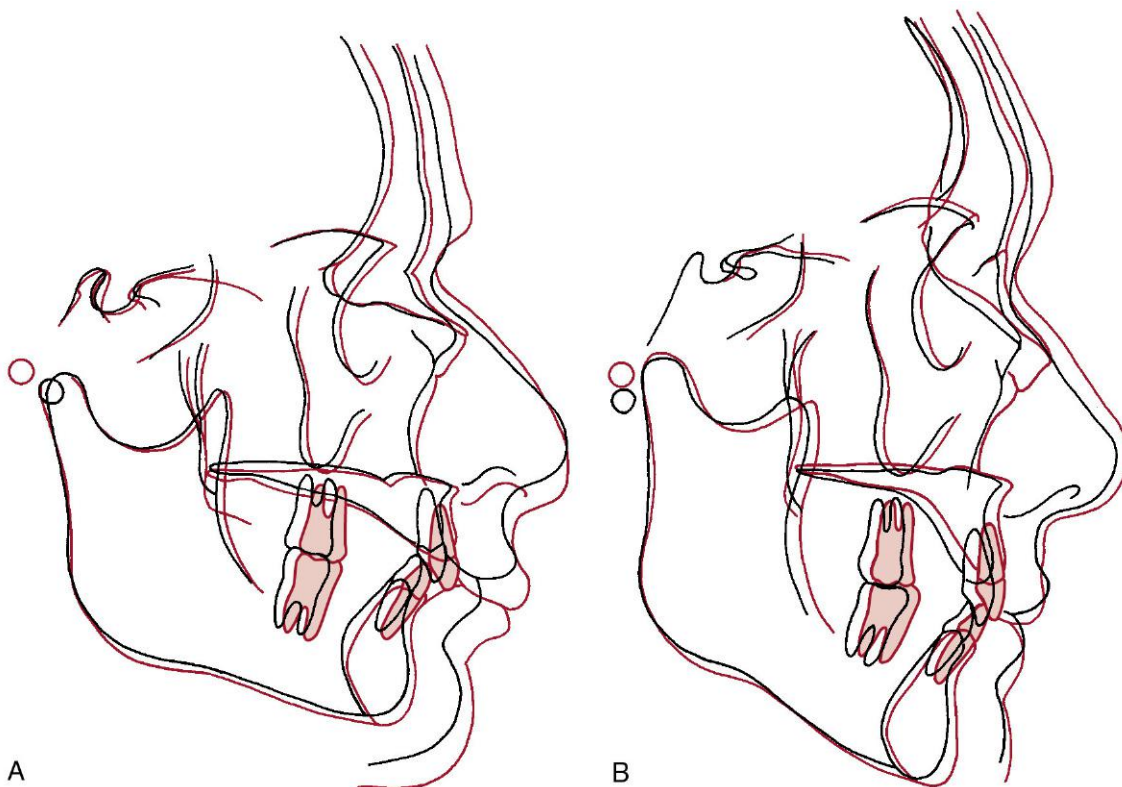


FIGURA 4-22 Cambios del crecimiento en los adultos. **A.** Cambios en un varón entre los 37 (*negro*) y los 77 años (*rojo*). Se puede observar que ambos maxilares han crecido hacia delante y que la nariz ha crecido considerablemente. **B.** Cambios del crecimiento en una mujer entre los 34 (*negro*) y los 83 años (*rojo*). Se puede apreciar que ambos maxilares han crecido hacia delante y algo hacia abajo, y que la estructura nasal ha aumentado de tamaño. (Tomado de Behrents RG. A Treatise on the Continuum of Growth in the Aging Craniofacial Skeleton. Ann Arbor, Mich: University of Michigan Center for Human Growth and Development; 1984.)

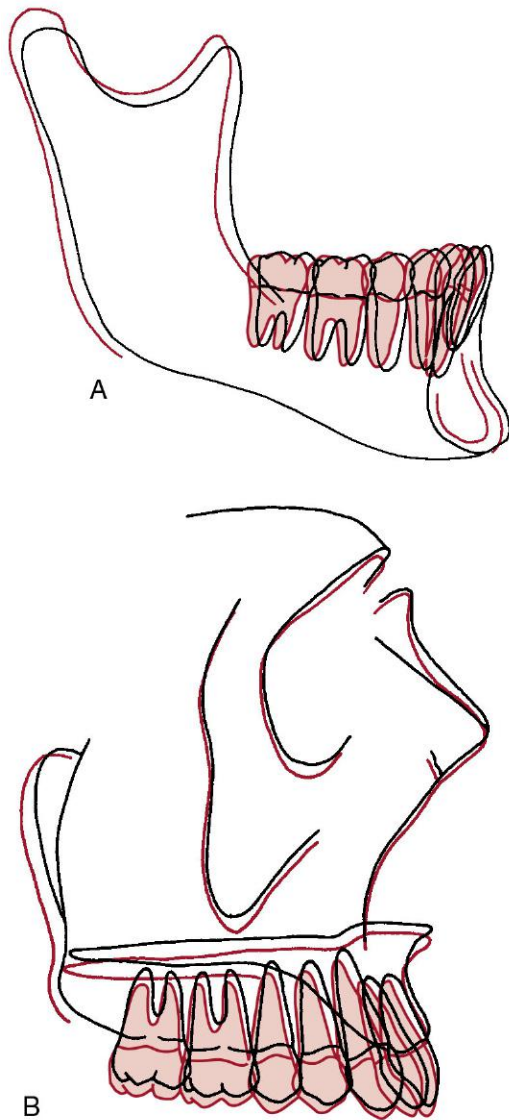


FIGURA 4-23 Cambios del crecimiento en los adultos. **A.** Cambios medios en las dimensiones de la mandíbula de los varones durante la vida adulta. Se comprueba que los patrones de crecimiento infantil y adolescente continúan a un ritmo menor, aunque significativo. **B.** Cambios medios durante la vida adulta en la posición del maxilar de ambos sexos, superpuestos. Se puede observar que el maxilar se mueve hacia delante y ligeramente hacia abajo, continuando el patrón de crecimiento anterior. (Tomado de Behrents RG. *A Treatise on the Continuum of Growth in the Aging Craniofacial Skeleton*. Ann Arbor, Mich: University of Michigan Center for Human Growth and Development; 1984.)

lo general, los hombres presentaban una rotación maxilar neta en sentido anterior, con una ligera disminución del ángulo del plano mandibular, mientras que en las mujeres la tendencia era hacia la rotación posterior, con un aumento del ángulo del plano mandibular. En ambos grupos se apreciaron cambios compensatorios en la dentición, de manera que se mantenían en términos generales las relaciones oclusales.

Tanto los antecedentes de tratamiento ortodóncico como la pérdida de varios dientes influyeron en la morfología facial de estos adultos y en el patrón de cambio. En un grupo menor de pacientes, que habían recibido tratamiento ortodóncico

muchos años antes, Behrents observó que el patrón de crecimiento asociado con la maloclusión original seguía manifestándose en la vida adulta. Este hallazgo concuerda con observaciones anteriores sobre el crecimiento a finales de la adolescencia, pero también indica cómo se podría producir un deterioro gradual de las relaciones oclusales en algunos pacientes mucho después de haberse completado el tratamiento ortodóncico.

Como era de esperar, los tejidos blandos faciales cambiaron más que el esqueleto facial. Entre dichos cambios destacan un alargamiento de la nariz (que a menudo aumentó significativamente durante la vida adulta), el aplanamiento de los labios y el aumento del tejido blando de la barbilla. Para planificar el tratamiento ortodóncico en la actualidad es fundamental conocer los cambios que se producen en los tejidos blandos durante el crecimiento. De esto se trata con detalle en el capítulo 6.

A la luz de los hallazgos de Behrents, parece claro que el concepto de crecimiento facial como un proceso que termina al final de la adolescencia o al principio de la segunda década de la vida no es correcto. Sin embargo, sí es correcto considerar al crecimiento como un proceso que va declinando hasta un nivel basal tras la consecución de la madurez sexual, proceso que parece mostrar un gradiente cefalocaudal (es decir, cambios más mandibulares que maxilares en la edad adulta), así como diferenciar el crecimiento en los tres planos del espacio. El crecimiento en anchura no es solo el primero que merma hasta los niveles adultos —habitualmente se completa hacia el comienzo de la pubertad—, sino que además el nivel basal o adulto observado posteriormente es bastante bajo.¹³ El crecimiento anteroposterior continúa a un ritmo apreciable durante más tiempo, declina hasta los niveles basales solo tras la pubertad y prosigue con cambios pequeños, pero apreciables, a lo largo de la vida adulta. El crecimiento vertical, del que se sabía que continuaba mucho después de la pubertad en ambos sexos, lo hace a un nivel moderado durante toda la vida adulta. Aunque la mayoría de los cambios esqueléticos se producen entre la adolescencia y la edad media adulta, el crecimiento esquelético se acerca más a un proceso que continúa durante toda la vida de lo que la mayoría de los observadores sospechaban.

Cambios en los tejidos blandos faciales

Un concepto importante es que los cambios en los tejidos blandos faciales no solo continúan al envejecer, sino que su magnitud es mucho mayor que la de los cambios en los tejidos duros de la cara y los maxilares.

El cambio de mayor importancia para los ortodoncistas es el de los labios y otros tejidos blandos de la cara que disminuyen con la edad (fig. 4-24). El resultado es una disminución de la exposición de los incisivos superiores y un aumento de la exposición de los incisivos inferiores, tanto en posición de descanso como al sonreír (figs. 4-25 y 4-26). Con la edad, los labios se van volviendo también cada vez más finos, disminuyendo el borde bermellón (fig. 4-27). En un estudio reciente sobre el seguimiento longitudinal de participantes en el estudio de crecimiento de Michigan se ha podido comprobar que en los norteamericanos de origen europeo la longitud del labio superior había aumentado un promedio de 3,2 mm y su grosor había disminuido 3,6 mm, por término medio, entre la adolescencia y la etapa media de la vida adulta. Este proceso prosiguió hasta el final de la etapa adulta, con un aumento de la longitud y una reducción del grosor de 1,4 mm adicionales, por término medio.¹⁴



FIGURA 4-24 Exposición de los incisivos superiores al sonreír a los 15 (A) y a los 25 años (B). Una característica importante del envejecimiento facial es que los labios se desplazan hacia abajo con respecto a los dientes, por lo que la exposición de los incisivos superiores va disminuyendo progresivamente tras completarse el crecimiento de la adolescencia. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

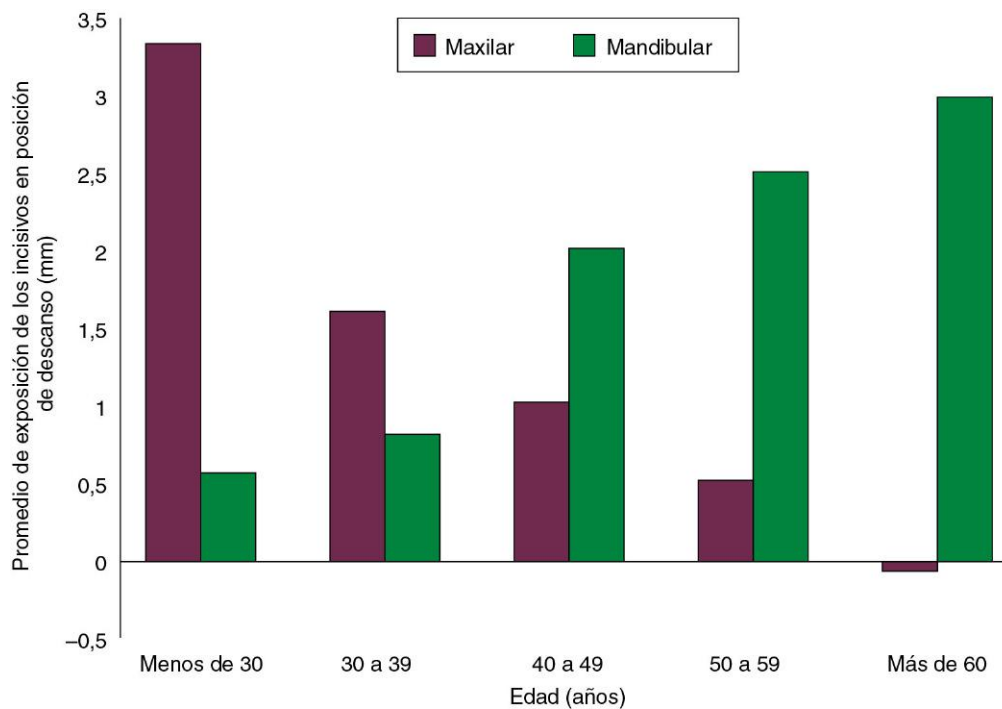


FIGURA 4-25 Exposición de los incisivos en posición de descanso en función de la edad. Al envejecer, tanto los hombres como las mujeres exponen menos los incisivos superiores y más los inferiores, por lo que la exposición de los incisivos superiores es una característica juvenil. (Reproducido a partir de Vig RG, Brundo GC. Kinetics of anterior tooth display. J Prosthet Dent 39:502-504, 1978.)



FIGURA 4-26 Exposición de los incisivos al sonreír tras completar el tratamiento ortodóncico a los 30 años (**A**) y 20 años después, a los 50 años (**B**). Cabe apreciar que el movimiento hacia abajo de los tejidos blandos faciales continúa, por lo que los incisivos inferiores parecen más prominentes a medida que aumenta la edad.



FIGURA 4-27 La disminución del relleno de los labios es un signo evidente del envejecimiento. **A.** A los 20 años. **B.** A los 40 años. **C.** A los 70 años.

Dado que la exposición de todos los incisivos superiores y una pequeña franja de encía al sonreír produce una imagen más juvenil y estética, conviene recordar durante el tratamiento ortodóncico que la relación vertical entre el labio y los dientes varía tras la adolescencia. De hecho, al tratar a un adolescente conviene dejar los incisivos superiores algo más expuestos que en la relación adulta general, si queremos mantener una relación ideal en etapas posteriores de la vida (fig. 4-28).

Cambios en la alineación y la oclusión

El hueso alveolar se comba durante la masticación intensa, y de este modo permite que los dientes se muevan ligeramente (v. más detalles en el capítulo 9). Con una dieta más blanda no solo disminuyó la altura de las coronas como consecuencia del desgaste oclusal, sino que también se redujo la anchura de los dientes a causa del desgaste interproximal. Cuando se produce este tipo de atrición interproximal, no se abren espacios entre los dientes posteriores, aunque se puede producir algún espaciado anterior. En vez de ello, los molares permanentes emigran mesialmente, y mantienen contactos razonablemente estrechos, aunque se desgasten los puntos de contacto y disminuya la anchura mesiodistal de cada diente. En muchas poblaciones primitivas se produjo una disminución en el perímetro de la arcada de 10 mm o más al término de la fase de dentición permanente de la adolescencia.

En las poblaciones modernas existe una gran tendencia al apiñamiento de los incisivos inferiores a finales de la adolescencia y comienzo del segundo decenio de vida, con independencia de que los dientes estuvieran inicialmente bien alineados. Los incisivos inferiores tienden a apiñarse si estaban bien alineados inicialmente, situación que se acentúa si estaban algo apiñados.

Estos cambios ya se observan en ocasiones a los 17 o 18 años y otras veces durante el segundo decenio de vida. Se han propuesto tres teorías fundamentales para tratar de explicar este apiñamiento:

1. Falta de «atrición normal» en la dieta moderna. Como ya expusimos en el capítulo 1, los pueblos primitivos suelen tener una incidencia de maloclusión mucho menor que la observada en las sociedades actuales de los países desarrollados. Si el acortamiento de la longitud de los arcos y la migración mesial de los molares permanentes es un fenómeno natural, será razonable pensar que se producirá apiñamiento, a menos que se redujese la estructura dental durante las fases finales del desarrollo. Raymond Begg, un pionero de la ortodoncia en Australia, observó al estudiar a los aborígenes australianos que la maloclusión es poco frecuente, pero que presentaban una gran atrición interproximal y oclusal (fig. 4-29).¹⁵ Debido a ello, propuso una extracción generalizada de los premolares en las poblaciones modernas para conseguir el mismo grado de atrición que había observado en los aborígenes. Por desgracia para esta teoría, cuando los aborígenes australianos cambian a una dieta moderna, como hicieron durante el siglo xx, casi desaparece la atrición interproximal y oclusal, pero rara vez se produce un apiñamiento tardío,¹⁶ aunque los trastornos periodontales se convierten en un problema importante. Se ha observado en otros grupos de población que puede producirse un apiñamiento tardío, incluso después de extraer los premolares y reducir la longitud de la arcada mediante los actuales tratamientos ortodóncicos. Por consiguiente, esta teoría, aunque a primera vista parece muy atractiva, no explica el apiñamiento tardío.

2. Presión de los terceros molares. El apiñamiento tardío aparece aproximadamente en la misma época en la que deberían erupcionar los terceros molares. En la mayoría de los casos, estos

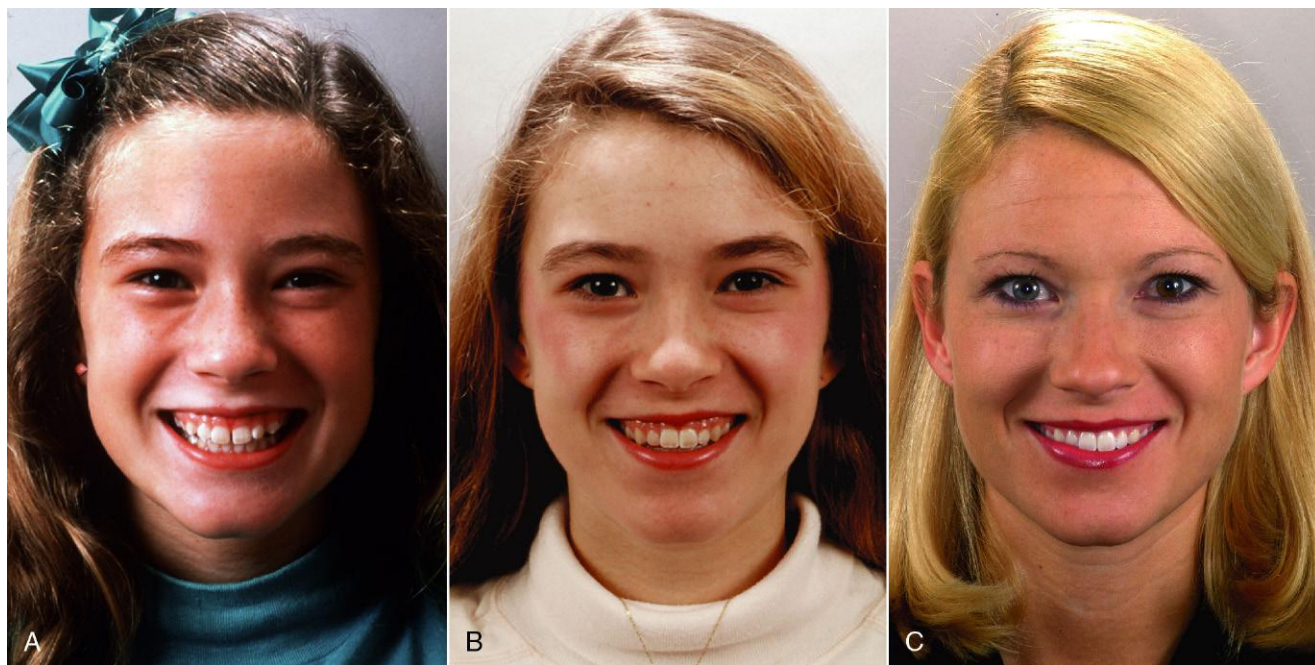


FIGURA 4-28 Debido a que con la edad aumenta la altura labial y los tejidos blandos faciales descienden en relación con los dientes, lo que puede parecer una exposición excesiva de los dientes y las encías a los 12 años (A) ya no resulta tan exagerado a los 14 años (B), y ha desaparecido totalmente a los 24 años (C). Esta paciente no recibió ningún tratamiento entre los 12 y los 14 años de edad.



FIGURA 4-29 Mandíbulas de aborígenes australianos. **A.** Niño con una edad dental aproximada de 8 años. **B.** Adolescente con una edad dental aproximada de 14 años. **C y D.** Adulto de una edad indeterminada. Obsérvese la progresiva atrición dental de las piezas más jóvenes, más intensa en el adulto, que da lugar a desgaste interproximal y oclusal. En este grupo de población, la longitud del arco mandibular disminuía 1 cm o más tras la adolescencia a causa del gran desgaste interproximal. (Piezas tomadas de la Begg Collection, Universidad de Adelaida, Adelaida, Australia; por cortesía del profesor W. Sampson.)

dientes quedan impactados sin remedio porque la mandíbula no ha crecido (por remodelación posterior de la rama mandibular) lo bastante como para albergarlos (fig. 4-30). Los dientes que tratan de erupcionar producen presión y a muchos odontólogos les parece totalmente razonable que la causa del apiñamiento tardío de los incisivos sea la presión de los terceros molares al no tener sitio para erupcionar. Sin embargo, no es fácil detectar esa fuerza, incluso con los aparatos más modernos, que deberían haberla percibido si existiese.¹⁷ De hecho, el apiñamiento tardío de los incisivos inferiores puede producirse (y efectivamente lo hace) en individuos que carecen congénitamente de los terceros molares. Existe alguna evidencia de que es posible mitigar el apiñamiento extirpando precozmente los segundos molares, medida que presumiblemente aliviaría la presión que ejercen los terceros molares, pero está claro que esta presión tampoco permite explicar plenamente este fenómeno.¹⁸

3. Crecimiento mandibular tardío. Como consecuencia del gradiente cefalocaudal de crecimiento que se comenta en el capítulo 2, la mandíbula puede crecer (y de hecho lo hace) más que el maxilar. ¿Es posible que el crecimiento tardío de la mandíbula pueda provocar de alguna manera el apiñamiento tardío de los incisivos inferiores? Es caso afirmativo, ¿cómo sucede? Los estudios realizados con implantes por Björk han arrojado alguna

luz sobre el mecanismo del apiñamiento tardío y de su relación con el patrón de crecimiento de la mandíbula.

En la ubicación de la dentición en relación con ambos maxilares influye el patrón de crecimiento de estos últimos, un concepto que hemos abordado con algún detalle en secciones anteriores. Cuando el maxilar inferior crece hacia adelante respecto del maxilar superior, como suele suceder hacia el final de la adolescencia, los incisivos inferiores tienden a desplazarse en sentido lingual, especialmente si se produce también una rotación anterior (como sería el caso en las personas de cara corta). Esto se puede apreciar especialmente cuando el maxilar inferior crece excesivamente (fig. 4-31), pero puede observarse una versión menos acusada de ese mismo enderezamiento prácticamente en todas las personas.

En los pacientes que tienen una oclusión anterior muy ajustada antes de producirse el crecimiento diferencial tardío de la mandíbula, la relación de contacto entre los incisivos inferiores y los superiores debe cambiar si la mandíbula crece hacia delante. En tales circunstancias, debe producirse una de estas posibilidades: 1) la mandíbula se desplaza distalmente, y se acompaña de una distorsión en la función de la ATM y de un desplazamiento del disco articular; 2) los incisivos superiores se abanicen hacia delante, y se abren espacios entre los mismos, o 3) los incisivos inferiores se desplazan distalmente y se apiñan.



FIGURA 4-30 Parece razonable pensar que la impactación horizontal de un tercer molar ejercerá presión sobre el arco dental, pero es muy poco probable que esta presión sea lo bastante elevada como para provocar el apiñamiento de los incisivos inferiores que se suele observar hacia el final de la adolescencia.

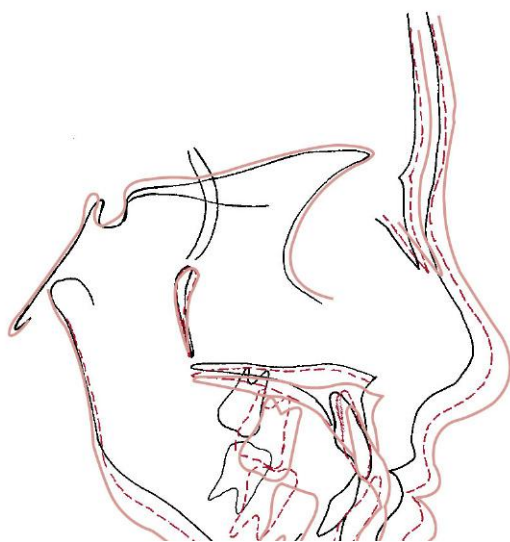


FIGURA 4-31 En este paciente con un patrón prolongado de crecimiento mandibular excesivo **(A)** los incisivos inferiores se inclinaron poco a poco lingualmente a medida que la mandíbula crecía hacia delante y se retroinclinaron notablemente **(B)** al final del crecimiento de la adolescencia. Esta es una demostración más que obvia de lo que ocurre en ocasiones en circunstancias normales, cuando se produce una pequeña cantidad de crecimiento mandibular tardío al término de la adolescencia tras finalizar el crecimiento maxilar. El crecimiento mandibular tardío es una de las principales causas del apiñamiento de los incisivos inferiores que se suele producir en esta fase.

Se han podido observar estas tres posibilidades, de las cuales la segunda (apertura y abanicamiento de los incisivos superiores) raramente se ve. Puede producirse un desplazamiento posterior de la mandíbula (que se encontraría «atrapada»), que en ocasiones puede asociarse a dolor y disfunción miofascial, pero también parece bastante poco frecuente a pesar de lo que describen algunos teóricos. La respuesta habitual es el desplazamiento distal de los incisivos inferiores, con el consiguiente apiñamiento y disminución de la distancia intercanina.

No es necesario que los incisivos estén en contacto oclusal para que se produzca el apiñamiento tardío. También es corriente en individuos que presentan una mordida abierta anterior y rotación posterior (en vez de anterior) de la mandíbula (v. fig. 4-20). En estas circunstancias, la rotación de la mandíbula lleva los dientes hacia delante, empujando a los incisivos contra el labio. Esto da lugar a una presión labial, ligera pero mantenida, que tiende a reubicar los incisivos protruyentes en una posición algo más lingual, reduciendo la longitud del arco y provocando el apiñamiento.

Actualmente, se piensa que el apiñamiento tardío de los incisivos se produce cuando los incisivos inferiores, y probablemente toda la dentición mandibular, se mueven distalmente en relación con el cuerpo de la mandíbula en una fase tardía del crecimiento mandibular. Esto arroja también alguna luz sobre el posible papel de los terceros molares en el apiñamiento y sobre la gravedad del mismo. Si hubiese espacio disponible en el extremo distal del arco mandibular, podría suceder que todos los dientes mandibulares se desplazaran ligeramente en sentido distal, lo que permitiría que los incisivos inferiores se enderezasen sin apiñarse. Pero la impactación de los terceros molares en el extremo distal del arco inferior impediría el desplazamiento distal de los dientes posteriores, y si la mandíbula creciese más que el maxilar, su presencia garantizaría la aparición del apiñamiento. En este caso, los terceros molares inferiores serían el «último eslabón» de una cadena de acontecimientos que daría lugar al apiñamiento tardío de los incisivos. Sin embargo, como hemos mencionado anteriormente, este apiñamiento puede afectar a individuos que carecen de terceros molares, por lo que la presencia de esos dientes no es la variable fundamental. Sí lo es, en cambio, el crecimiento mandibular tardío. Cuanto más crezca el maxilar inferior después de que haya cesado prácticamente el resto del

crecimiento, mayores probabilidades habrá de que los incisivos inferiores queden apiñados, y esto es cierto tanto en aquellas personas que han recibido tratamiento ortodóncico como en las que no.¹⁹

Cambios de envejecimiento en los dientes y en las estructuras de soporte

Cuando erupciona un diente permanente, su cámara pulpar es relativamente grande. Con el paso del tiempo se va depositando lentamente más dentina en el interior del diente, de modo que la cámara pulpar va reduciéndose gradualmente con la edad (fig. 4-32). Este proceso continúa con relativa rapidez hasta el final de la adolescencia, momento en el que la cámara pulpar de un diente permanente tiene la mitad de tamaño que en el momento de su erupción. Debido al tamaño relativamente grande de las cámaras pulpares de los dientes permanentes jóvenes, las técnicas complejas de restauración es más posible que causen una exposición mecánica en los adolescentes que en los adultos. Durante toda la vida se sigue produciendo dentina a un ritmo más lento, de modo que a edades avanzadas las cámaras pulpares de algunos dientes permanentes están casi obliteradas.

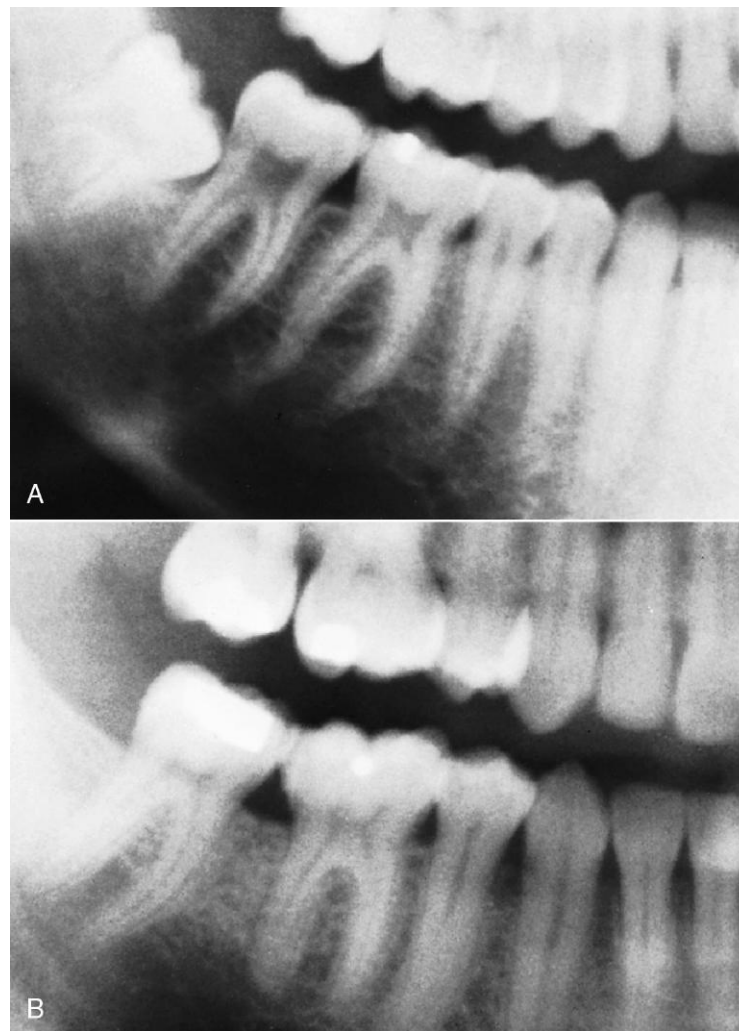


FIGURA 4-32 El tamaño de las cámaras pulpares de los dientes permanentes disminuye durante la adolescencia y posteriormente se sigue ocluyendo a menor velocidad durante el resto de la vida adulta. **A.** A los 16 años. **B.** A los 26 años.

La maduración también deja al diente más al descubierto por fuera de sus tejidos blandos de revestimiento. En el momento en que erupciona un primer molar permanente, la inserción gingival se encuentra por encima de la corona. Típicamente, la inserción gingival suele estar bastante por encima de la unión del cemento y el esmalte cuando un diente permanente alcanza la oclusión total, y queda al descubierto una parte cada vez mayor de la corona durante los años sucesivos. Este movimiento apical relativo de la inserción (en circunstancias normales) se debe más al crecimiento vertical de los maxilares y a la erupción concomitante de los dientes que a una migración descendente de la inserción gingival. Como

ya hemos mencionado en este capítulo, el crecimiento vertical de los maxilares y el aumento de la altura facial continúan una vez completado el crecimiento transversal y anteroposterior. En el momento en que los maxilares han dejado casi de crecer verticalmente, lo que sucede hacia el final de la adolescencia, la inserción gingival suele estar cerca de la unión del cemento y el esmalte. Si no existen inflamación, abrasión química o cambios patológicos, la inserción gingival se mantiene a este mismo nivel de forma casi indefinida. No obstante, la mayoría de los individuos sufren algún trastorno gingival o periodontal al ir envejeciendo, por lo que es frecuente que las encías se retraigan algo más.



FIGURA 4-33 Se pensaba en el pasado que la creciente exposición de los dientes permanentes durante la adolescencia se debía a la migración descendente de su inserción, pero hoy se sabe que se debe fundamentalmente al crecimiento vertical. **A y B.** A los 10 años. **C y D.** A los 16 años.

Hubo un tiempo en que se pensaba que se producía una «erupción pasiva» (que consistía en una auténtica migración de la inserción gingival sin que erupcionasen los dientes). En la actualidad se cree que mientras el tejido gingival esté completamente sano, no se produce este tipo de migración de la inserción gingival del tejido blando hacia abajo. Lo que se pensaba hace tiempo que era una erupción pasiva durante la adolescencia, se trata en realidad de una erupción activa, que compensa el crecimiento vertical de los maxilares que continúa produciéndose en ese período (fig. 4-33).

Los pueblos primitivos que comían una dieta muy basta sufrían una atrición oclusal e interproximal, que a menudo era muy intensa. La eliminación de casi todas las partículas gruesas de las dietas modernas ha reducido en gran medida este tipo de atrición. Con escasas excepciones (masticar tabaco es una de ellas), el desgaste de las facetas dentales es, en la actualidad, indicio de bruxismo y nada tiene que ver con lo que come el individuo.

Bibliografía

1. Anderson DL, Thompson GW, Popovich F. Interrelationship of dental maturity, skeletal maturity, height and weight from age 4 to 14 years. *Growth* 39:453-462, 1975.
2. Sisk CL, Foster DL. The neural basis of puberty and adolescence. *Nature Neurosci* 7:1040-1047, 2004.
3. Agronin KJ, Kokich VG. Displacement of the glenoid fossa: a cephalometric evaluation of growth during treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 91:42-48, 1987.
4. Bishara SE, Jakobsen JR, Treder J, et al. Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 111:401-409, 1997.
5. Solow B, Iseri H. Maxillary growth revisited: an update based on recent implant studies. In: Davidovitch Z, Norton LA, editors: *Biological Mechanisms of Tooth Movement and Craniofacial Adaptation*, Boston: Harvard Society for Advancement of Orthodontics; 1996.
6. Björk A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children: method and application. *Am J Phys Anthropol* 29:243-254, 1968.
7. Solow B, Houston WJ. Mandibular rotations: concept and terminology. *Eur J Orthod* 10:177-179, 1988.
8. Björk A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible: a synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod* 5:1-46, 1983.
9. Björk A, Skieller V. Postnatal growth and development of the maxillary complex. In: McNamara JA, editor: *Factors Affecting Growth of the Midface*. Ann Arbor, Mich: University of Michigan Center for Human Growth and Development; 1976.
10. Houston WJ. Mandibular growth rotations—their mechanisms and importance. *Eur J Orthod* 10:369-373, 1988.
11. Björk A, Skieller V. Contrasting mandibular growth and facial development in long face syndrome, juvenile rheumatoid arthritis and mandibulofacial dysostosis. *J Craniofac Genet Dev Biol* 1(suppl):127-138, 1985.
12. Behrents RG. A Treatise on the Continuum of Growth in the Aging Craniofacial Skeleton. Ann Arbor, Mich: University of Michigan Center for Human Growth and Development; 1984.
13. Harris EF. A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 111:419-427, 1997.
14. Pecora NG, Beccetti T, McNamara JA Jr. The aging craniofacial complex: a longitudinal cephalometric study from late adolescence to late adulthood. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 134:496-506, 2008.
15. Begg PR. Stone age man's dentition. *Am J Orthod* 40:298-312, 373-383, 462-475, 517-531, 1954.
16. Corruccini RS. Australian aboriginal tooth succession, interproximal attrition and Begg's theory. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 97:349-357, 1990.
17. Southard TE, Southard KA, Weeda LW. Mesial force from unerupted third molars. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 99:220-225, 1991.
18. Richardson ME. Late lower arch crowding: the aetiology reviewed. *Dent Update* 29:234-238, 2002.
19. Jonsson T, Magnusson TE. Crowding and spacing in the dental arches: long-term development in treated and untreated subjects. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:384.e1-7; discussion 384-386, 2010.

ETIOLOGÍA DE LOS PROBLEMAS ORTODÓNCICOS

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

CAUSAS ESPECÍFICAS DE MALOCCLUSIÓN

- Alteraciones en el desarrollo embrionario
- Alteraciones en el crecimiento en el período fetal y perinatal
- Deformidades progresivas en la infancia
- Alteraciones que surgen en la adolescencia o en la edad adulta temprana
- Alteraciones en el desarrollo dental

INFLUENCIAS GENÉTICAS

INFLUENCIAS AMBIENTALES

- Consideraciones sobre el equilibrio
- Función masticatoria
- Succión y otros hábitos
- Protrusión lingual
- Patrón respiratorio

PERSPECTIVA ETIOLÓGICA ACTUAL

La maloclusión es una afección del desarrollo. En la mayoría de los casos, la maloclusión y la deformidad dentofacial no se deben a procesos patológicos, sino a una moderada distorsión (en ocasiones grave) del desarrollo normal. En ocasiones, es posible demostrar la existencia de una causa específica aislada, como en la deficiencia mandibular secundaria a una fractura mandibular infantil o en la maloclusión característica que aparece en algunos síndromes genéticos. Es más frecuente que estos problemas sean el resultado de una compleja interacción entre varios factores que influyen en el crecimiento y el desarrollo, y no es posible describir un factor etiológico específico (fig. 5-1).

Aunque es difícil conocer la causa exacta de la mayor parte de los casos de maloclusión, sabemos por lo general qué posibilidades existen y qué debemos considerar al planificar el tratamiento. En este capítulo estudiamos los factores etiológicos de la maloclusión en tres apartados fundamentales: causas específicas, influencias hereditarias e influencias ambientales. El capítulo se cierra con un

análisis de la interacción entre las influencias hereditarias y las ambientales en el desarrollo de los principales tipos de maloclusión.

CAUSAS ESPECÍFICAS DE MALOCCLUSIÓN

Alteraciones en el desarrollo embrionario

Los defectos en el desarrollo embrionario suelen desembocar en la muerte del embrión. Hasta un 20% de los embarazos quedan interrumpidos como consecuencia de defectos embrionarios letales, y a menudo este problema es tan precoz que la madre ni siquiera llega a saber que se ha producido la concepción. Aunque la mayoría de los defectos embrionarios son de etiología genética, también son importantes los efectos del medio ambiente. Se denomina *teratógeno* a todo producto químico o sustancia que pueda producir defectos embrionarios si se administra en el momento crítico. La mayoría de los fármacos no interfieren en el desarrollo normal, o bien si se administran a dosis elevadas matan al embrión sin producir defectos, y por consiguiente no son teratógenos. Es típico que los teratógenos provoquen defectos específicos si actúan en niveles reducidos, pero en dosis elevadas tienen efectos letales. En la [tabla 5-1](#) se recogen los teratógenos conocidos que producen problemas ortodóncicos.

El desarrollo craneofacial se divide en cinco etapas fundamentales ([tabla 5-2](#)), y durante cada una de ellas puede haber efectos sobre la cara y los maxilares en proceso de desarrollo:

1. Formación del estrato germinal y organización inicial de las estructuras craneofaciales
2. Formación del tubo neural y formación inicial de la orofaringe
3. Origen, migración e interacciones de determinadas poblaciones celulares, especialmente de las células de la cresta neural
4. Formación de los órganos y los sistemas, especialmente de los arcos faríngeos y de los paladares primario y secundario
5. Diferenciación final de los tejidos (elementos esqueléticos, musculares y nerviosos)

El mejor ejemplo de un problema cuyo rastro podemos seguir hasta la primera y la segunda etapa es el de la facies característica del síndrome alcohólico fetal (SAF; fig. 5-2). Esta alteración se debe a la aparición de deficiencias en los tejidos de la línea media de la placa neural en una etapa muy temprana del desarrollo embrionario como consecuencia de la exposición a concentraciones muy elevadas de etanol. Aunque esas concentraciones sanguíneas solo pueden alcanzarse en caso de intoxicación extrema en alcohólicos crónicos, la deformidad facial y el retraso del desarrollo resultantes son lo bastante frecuentes como para estar implicados en muchos casos de deficiencia mesofacial.¹ En estos niños tan desafortunados se observa un retraso del desarrollo dental paralelo al retraso esquelético.²

Muchos de los problemas que dan lugar a anomalías craneofaciales aparecen durante la tercera etapa del desarrollo y guardan relación con el origen y la migración de las células

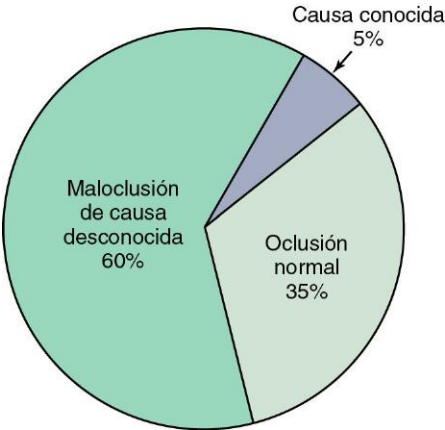


FIGURA 5-1 Desde una perspectiva amplia, solo un tercio de la población estadounidense tiene una oclusión normal, en tanto que los dos tercios restantes presentan algún grado de maloclusión. En el grupo de los afectados por la maloclusión, solo una pequeña minoría (no más del 5%) presenta problemas que son atribuibles a una causa concreta conocida; el resto se debe a una combinación compleja y poco conocida de influencias hereditarias y ambientales.

de la cresta neural. Dado que la mayoría de las estructuras de la cara derivan en última instancia de las células que migran de la cresta neural (fig. 5-3), no debe sorprendernos que las interferencias durante esta migración produzcan deformidades faciales. Al concluir su migración hacia la cuarta semana de la

TABLA 5-1

Teratógenos que afectan al desarrollo dentofacial

Teratógenos	Efecto
Alcohol etílico	Deficiencia mesofacial central
Aminopterina	Anencefalia
Aspirina	Labio leporino y paladar hendido
13-cis ácido retinoico	Similares a la microsomía craneofacial, síndrome de Treacher Collins
Citomegalovirus	Microcefalia, hidrocefalia, microftalmía
Exceso de vitamina D	Cierre prematuro de suturas
Fenitoína	Labio leporino y paladar hendido
Humo de tabaco (hipoxia)	Labio leporino y paladar hendido
6-mercaptopurina	Paladar hendido
Rayos X	Microcefalia
Talidomida	Malformaciones similares a la microsomía craneofacial, síndrome de Treacher Collins
Toxoplasma	Microcefalia, hidrocefalia, microftalmía
Valium	Similares a la microsomía craneofacial y al síndrome de Treacher Collins
Virus de rubéola	Microftalmía, cataratas, sordera

TABLA 5-2

Etapas del desarrollo embrionario craneofacial

Etapas	Momento en los seres humanos (posfecundación)	Síndromes asociados
Formación del estrato germinal y organización inicial de estructuras	Día 17	Síndrome alcohólico fetal (SAF)
Formación del tubo neural	Días 18-23	Anencefalia
Origen, migración e interacción de las poblaciones celulares	Días 19-28	Microsomía craneofacial Disostosis mandibulofacial (síndrome de Treacher Collins) Anomalías de las extremidades
Formación de órganos y sistemas	Días 28-38	Labio leporino y/o paladar hendido, otras hendiduras faciales
Paladar primario	Días 42-55	Paladar hendido
Paladar secundario		
Diferenciación final de los tejidos	Día 50-nacimiento	Acondroplasia Síndromes de sinostosis (p. ej., de Crouzon, de Apert)

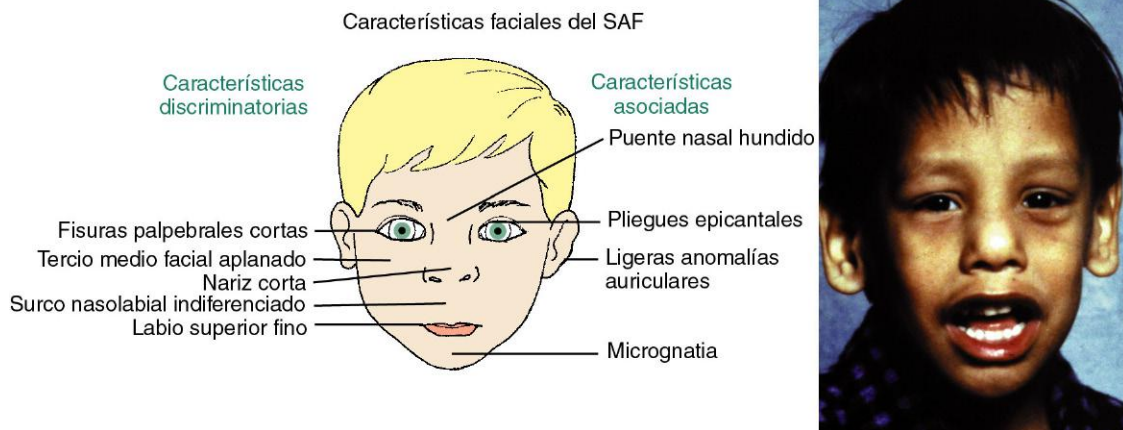


FIGURA 5-2 Facies característica del síndrome de alcoholismo fetal (SAF) provocada por la exposición a niveles elevados de alcohol en sangre durante el primer trimestre de embarazo.

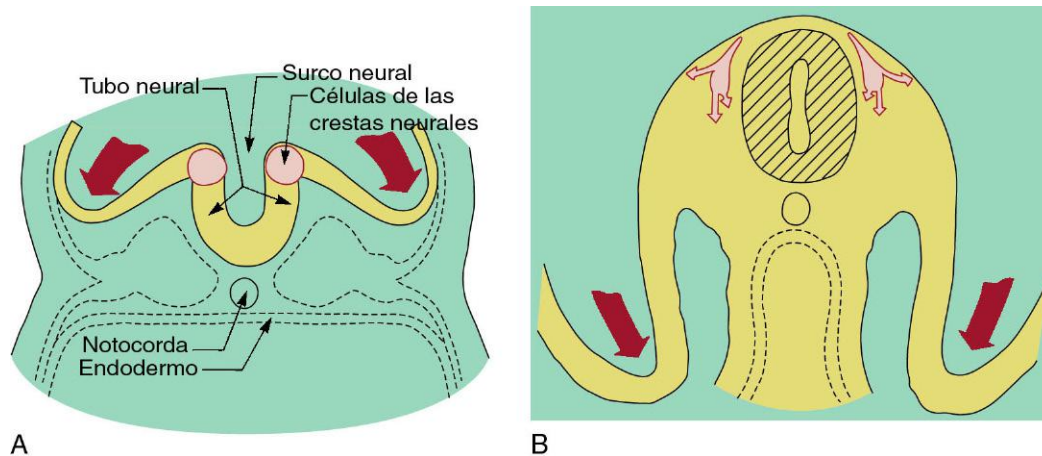


FIGURA 5-3 Cortes laterales esquemáticos en embriones de 20 y 24 días, que muestran la formación de los pliegues neurales, el surco neural y las crestas neurales. **A.** A los 20 días pueden identificarse las células de las crestas neurales (rosa) en los rebordes del surco neural que se está abriendo y que es el preludio del sistema nervioso central. **B.** A los 24 días, las células de las crestas neurales se han separado del tubo neural y están iniciando su gran migración por debajo del ectodermo superficial. La migración es tan extensa y el papel de estas células es tan importante en la formación de las estructuras cefálicas y faciales que casi se les puede considerar como una cuarta capa germinal primaria.

vida embrionaria humana forman prácticamente todo el tejido mesenquimatoso laxo de la región facial, entre el ectodermo superficial y el prosencéfalo y el ojo subyacentes, así como la mayor parte del mesénquima de la arcada inferior. La mayoría de las células de la cresta neural de la región facial se diferencian posteriormente en los tejidos esquelético y conjuntivo, incluidos los huesos del maxilar y los dientes.

Una experiencia muy desafortunada nos ha demostrado claramente la importancia que tiene la migración de la cresta neural y la posibilidad de que algunos fármacos impidan dicha migración. En las décadas de los sesenta y setenta, la exposición a la talidomida provocó defectos congénitos importantes, incluidas anomalías faciales, en miles de niños. En la década de los ochenta, se detectaron casos de malformaciones faciales graves como consecuencia del uso de la isotretinoína, un fármaco antiacné. Teniendo en cuenta la similitud entre los defectos, es probable que ambos fármacos afecten a las células de la cresta neural. El ácido retinoico desempeña un papel crucial

en la ontogenia de la región facial media, y estudios recientes parecen indicar que la pérdida de los genes del receptor para el ácido retinoico influye en la actividad posmigratoria de las células crestales, lo que aclara la cronología de los efectos de la isotretinoína.³ Este fármaco tiene el peligro de que afecta al embrión en desarrollo antes de que la madre sepa que está embarazada.

También se ha postulado una posible alteración del desarrollo de las células procedentes de la cresta neural en el síndrome de Treacher Collins (fig. 5-4), que se caracteriza por una ausencia generalizada de tejido mesenquimatoso; actualmente, sabemos que se debe (al menos en algunos casos) a mutaciones en un determinado gen (*TCOF1*) que producen la pérdida de un exón específico.⁴

La microsomía craneofacial (anteriormente conocida como microsomía hemifacial) se caracteriza por una falta de desarrollo de las zonas laterales de la cara. Generalmente, el oído externo está deformado y la rama mandibular y los tejidos



FIGURA 5-4 En el síndrome de Treacher Collins (también denominado *disostosis mandibulofacial*), la principal causa del aspecto facial característico es la carencia generalizada de tejido mesenquimatoso en la parte lateral de la cara. Obsérvese la falta de desarrollo de las zonas orbital lateral y cigomática. También puede afectar a las orejas. Paciente a los 12 años antes (A) e inmediatamente después (B) del tratamiento quirúrgico para avanzar la mitad de la cara. Obsérvese la deformidad de la oreja que normalmente está oculta por el pelo. C y D. A los 16 años de edad. Obsérvese el cambio en los márgenes orbitales laterales.

blandos asociados (músculos, aponeurosis) son deficitarios o inexistentes (fig. 5-5). Aunque en todos los casos se observa asimetría facial (de ahí su antiguo nombre), también afecta a las estructuras craneales y faciales. Se debe a una pérdida de células de la cresta neural durante la migración (por alguna razón desconocida). Las más afectadas son las células que siguen la ruta de migración más larga, es decir, aquellas que dan muchos rodeos hasta las zonas laterales e inferior de la cara, mientras que aquellas que van a la región facial central suelen completar su movimiento migratorio, de manera que en este síndrome no suelen observarse defectos faciales de la línea media, como hendiduras.⁵

Las células de la cresta neural que migran a las regiones más bajas tienen importancia en la formación de los grandes vasos (aorta, arteria pulmonar, cayado aórtico), y probablemente también se verían afectados por los problemas en la migración de las células crestales. Por este motivo, en los niños con malformaciones craneofaciales son frecuentes los defectos de los grandes vasos (como la tetralogía de Fallot).

El defecto maxilofacial congénito más frecuente, solo por detrás del pie zambo en el espectro de deformidades congénitas, es el labio leporino, el paladar hendido o (con menor frecuencia) las hendiduras en otras estructuras faciales. Las hendiduras surgen durante la cuarta etapa del desarrollo. El lugar exacto de su aparición depende de los puntos en los que no se llega a producir la fusión de los diferentes procesos faciales (figs. 5-6 y 5-7), lo que depende a su vez del momento de la vida embrionaria en el que se haya producido alguna interferencia en el desarrollo.



FIGURA 5-5 En la microsomía craneofacial están mermados o faltan el oído externo y la rama mandibular del lado afectado. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

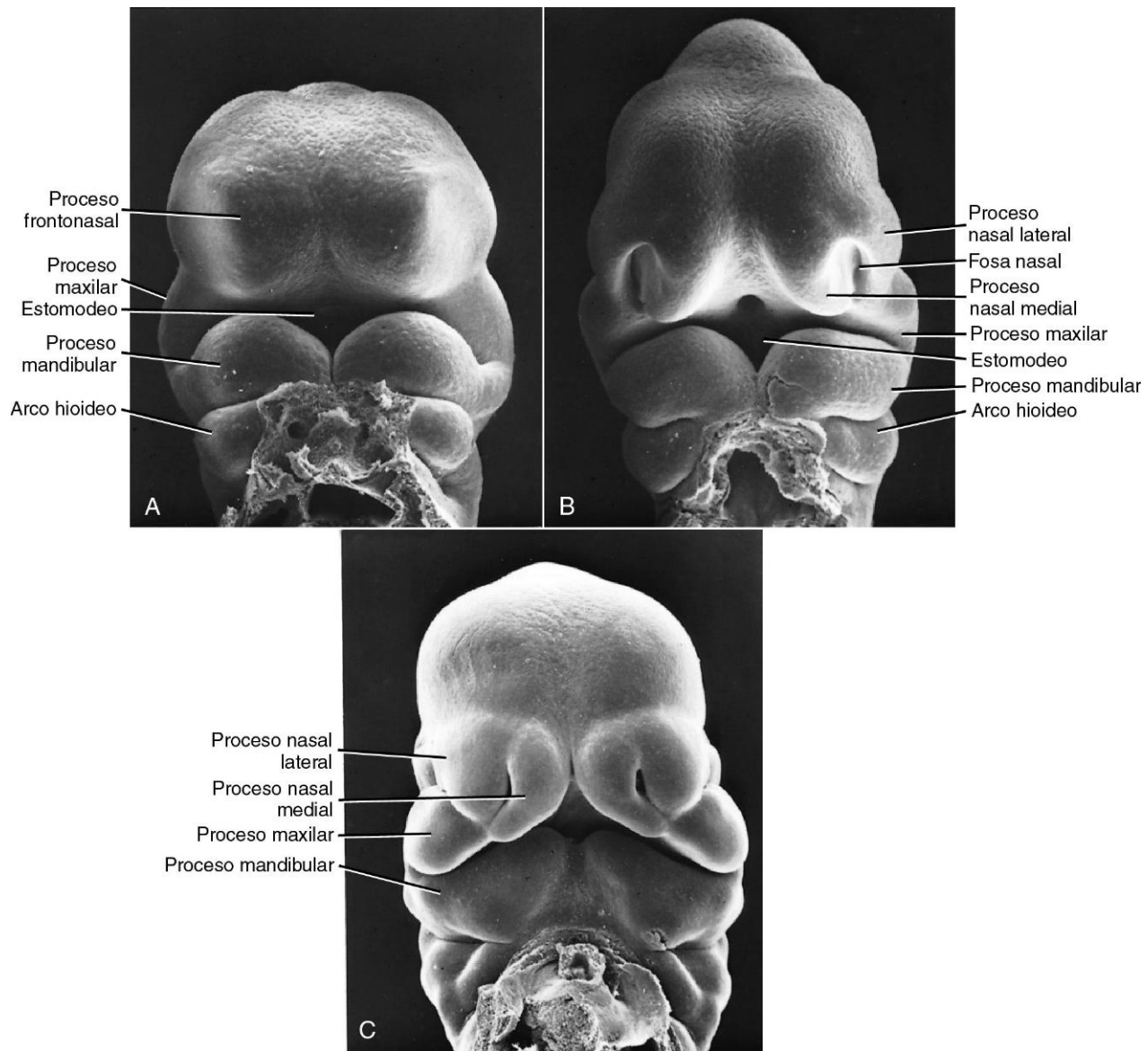


FIGURA 5-6 Microfotografías electrónicas de barrido de embriones de ratón (que recuerdan mucho a los embriones humanos en el comienzo de la embriogénesis) que muestran las fases del desarrollo facial. **A.** Formación inicial de la cara (unos 24 días después de la concepción en el ser humano). **B.** En una fase equivalente a unos 31 días en el ser humano, se pueden reconocer los procesos nasales medial y lateral junto a la fosa nasal. **C.** La fusión de los procesos nasal medial, nasal lateral y maxilar forma el labio superior, mientras que la fusión de los procesos maxilar y mandibular determina la anchura de la abertura bucal. En el ser humano, esta fase se alcanza hacia los 36 días. (Por cortesía del Dr. K. Sulik.)

El labio leporino se debe a un fallo en la fusión entre los procesos nasales medio y lateral y la prominencia maxilar, que normalmente se produce en los seres humanos durante la sexta semana de desarrollo. Al menos en teoría, una hendidura en la línea media del labio superior podría deberse a una escisión en el proceso nasal medio, aunque esto no ocurre casi nunca. Generalmente, las hendiduras labiales son laterales a la línea media, en uno o ambos lados (fig. 5-8). Como la fusión de estos procesos durante la formación del paladar primario da lugar no solo al labio, sino también a la zona del reborde alveolar que contiene los incisivos centrales bilaterales, es probable que el labio leporino se acompañe de una escotadura en el proceso

alveolar aun cuando no exista ninguna hendidura en el paladar secundario.

El cierre del paladar secundario por elevación de los salientes palatinos (figs. 5-9 y 5-10) se produce casi 2 semanas después del cierre del paladar primario, lo que significa que una interferencia en el cierre labial que persista todavía puede afectar igualmente al paladar. Aproximadamente el 60% de las personas con labio leporino tienen también paladar hendido (fig. 5-11). Una hendidura aislada del paladar secundario se debe a un problema que ha surgido después de completarse el cierre labial. La fusión incompleta del paladar secundario da lugar a una muesca en su extensión posterior (en ocasiones, solo

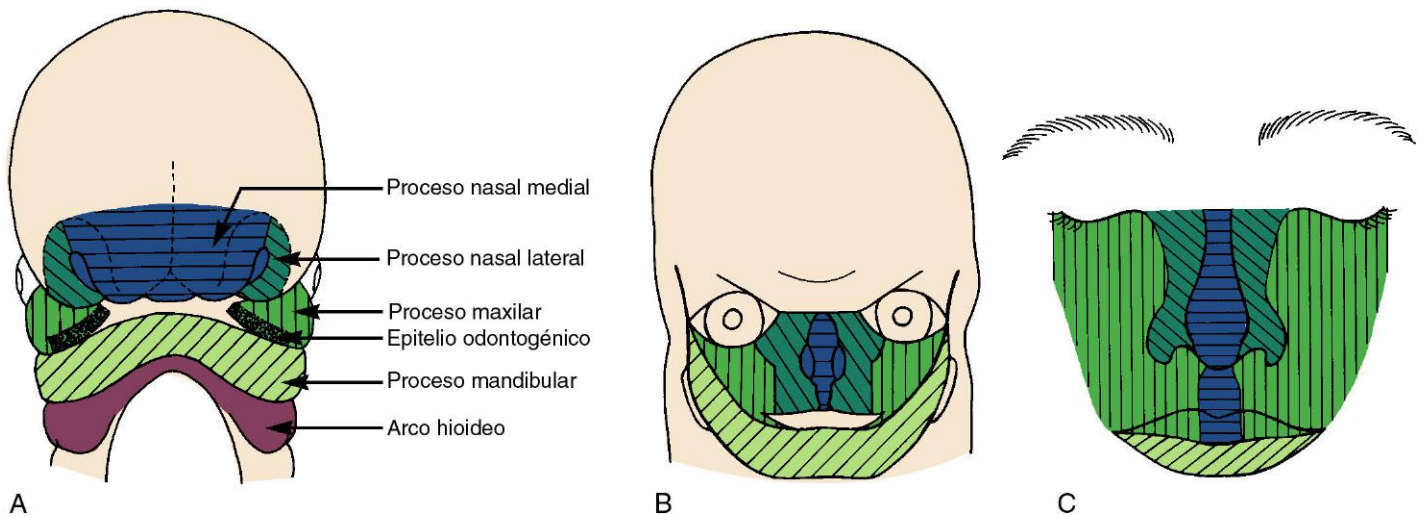


FIGURA 5-7 Representación esquemática de la fusión de los procesos faciales. **A.** Representación esquemática de las estructuras a los 31 días, momento en el que la fusión acaba de comenzar. **B.** Relaciones a los 35 días, cuando la fusión ya está muy avanzada. **C.** Representación esquemática de la contribución de los procesos faciales embrionarios a las estructuras de la cara adulta. El proceso nasal medial contribuye a la parte central de la nariz y al pliegue nasolabial, el proceso nasal lateral forma las partes externas de la nariz y el proceso maxilar forma la mayor parte del labio superior y las mejillas. (B reproducido a partir de Ten Cate AR. Oral Histology. 3rd ed. St Louis: Mosby; 1989; C reproducido a partir de Sulik KK, Johnston MC. Scan Elect Microsc 1:309-322, 1982.)



FIGURA 5-8 Labio leporino unilateral en un lactante. Se puede ver que la fisura no está en la línea media, sino lateral a la misma.

una úvula bífida). Esto indica que la interferencia en el proceso de fusión ha sido muy tardía.

La anchura de la boca depende de la fusión de la extensión lateral de los procesos maxilar y mandibular, de manera que la falta de fusión en esta zona puede dar lugar a una boca excepcionalmente ancha, o macrostomía. La falta de fusión entre los procesos maxilar y lateral puede producir una hendidura oblicua en la cara. También son posibles otros patrones de hendidura facial, dependiendo de los detalles de la fusión; estas posibilidades fueron clasificadas por Tessier.⁶ Afortunadamente, estas alteraciones son muy poco frecuentes.

Los movimientos morfogenéticos de los tejidos representan una parte muy destacada de la cuarta etapa del desarrollo facial. Según

los hemos ido conociendo mejor, también hemos podido esclarecer cómo se desarrollan el labio leporino y el paladar hendido. Por ejemplo, sabemos actualmente que el tabaquismo materno es un factor etiológico importante en el desarrollo del labio leporino y el paladar hendido,⁷ y que incluso el tabaquismo pasivo incrementa el riesgo de paladar hendido.⁸ Un primer paso muy importante en el desarrollo del paladar primario es el desplazamiento anterior del proceso nasal lateral, que queda en una posición en la que puede entrar en contacto con el proceso nasal medio. Es probable que la hipoxia causada por el tabaco interfiera en este movimiento.

Hay otro grupo importante de malformaciones craneofaciales que surgen considerablemente más tarde que las que hemos descrito, durante la etapa final del desarrollo facial y en el período

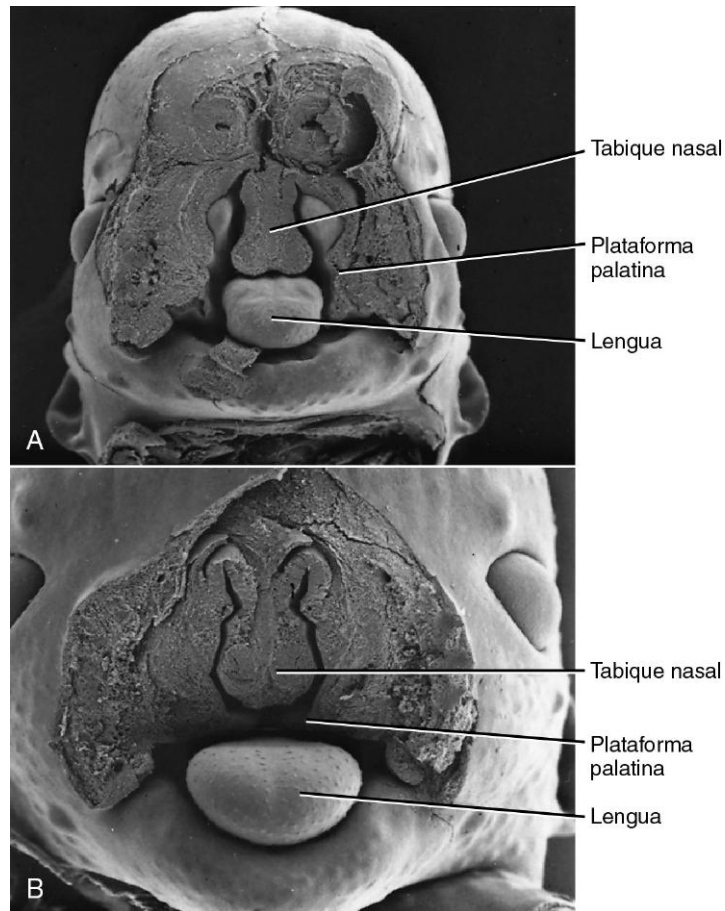


FIGURA 5-9 Microfotografías electrónicas de barrido de embriones de ratón seccionados en el plano frontal. **A.** Antes de la elevación de las plataformas palatinas. **B.** Inmediatamente después de la depresión de la lengua y la elevación de las plataformas. (Por cortesía del Dr. K. Sulik.)

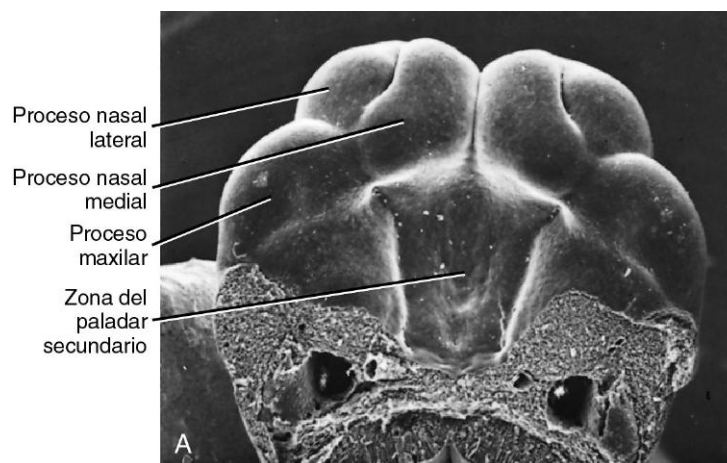


FIGURA 5-10 Microfotografías electrónicas de barrido de las fases de cierre del paladar (embriones de ratón seccionados de manera que se ha eliminado la mandíbula), análogas a las mismas fases de los embriones humanos. **A.** Al completarse la formación del paladar primario.

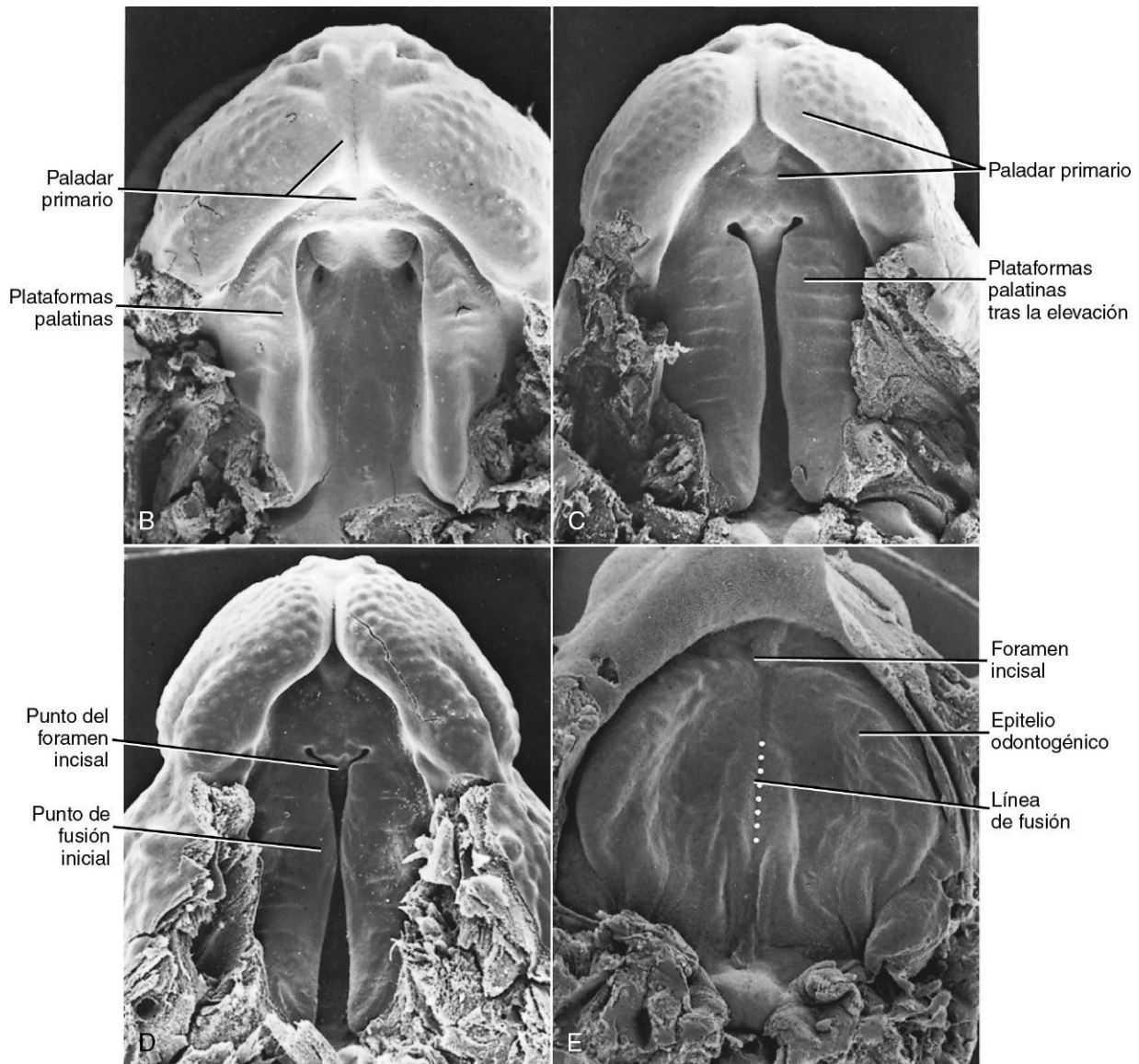


FIGURA 5-10 (cont.) B. Antes de la elevación de las plataformas palatinas, equivalente a la figura 5-10, A. C. Las plataformas durante la elevación. D. Fusión inicial de las plataformas en un tercio de su extensión, aproximadamente. E. El paladar secundario inmediatamente después de la fusión. (Por cortesía del Dr. K. Sulik.)

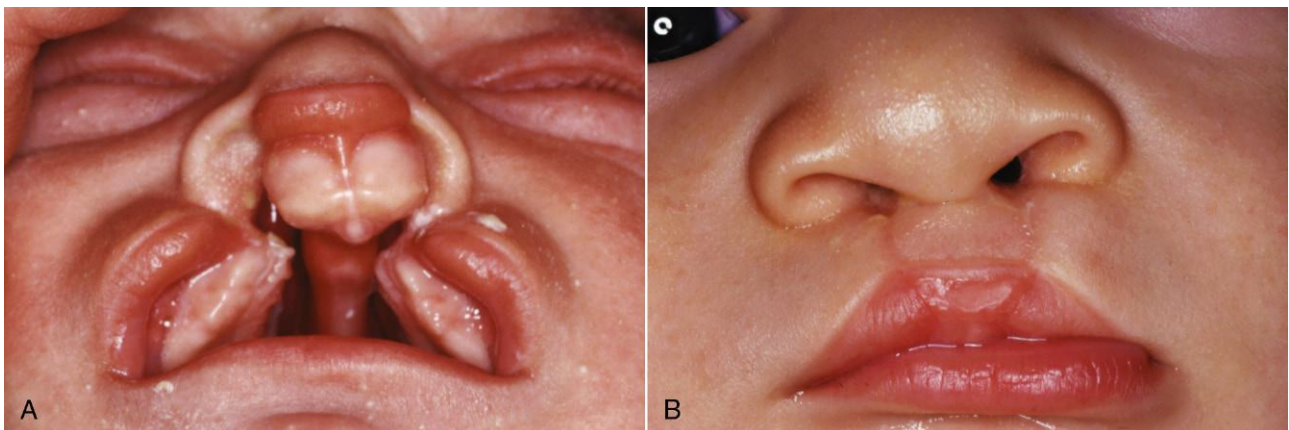


FIGURA 5-11 A. Labio leporino y paladar hendido bilaterales en un lactante. Se aprecia claramente la separación del premaxilar y el resto del maxilar. B. El mismo bebé después de haber corregido el labio.



FIGURA 5-12 Aspecto facial típico en el síndrome de Crouzon de gravedad moderada, a los 8 años y 8 meses. Obsérvese la gran separación de los ojos (hipertelorismo) y la deficiencia de las estructuras mesofaciales, que suelen caracterizar este síndrome. Debido a la fusión prematura de la sutura, el desarrollo posterior de la mitad de la cara se retrasa, lo que produce la aparente protrusión de los ojos.

fetal precoz, más que en el período embrionario de la vida prenatal. Este grupo comprende los síndromes de craneosinostosis, que se producen por un cierre prematuro de las suturas entre los huesos craneales y faciales. Durante la vida fetal, el desarrollo craneal y facial normal depende de una serie de ajustes del crecimiento en esas suturas, como respuesta al crecimiento del cerebro y los tejidos blandos faciales. El cierre prematuro de una sutura, denominado *sinostosis*, da lugar a deformaciones características, que dependen del lugar de la fusión prematura.⁹

El síndrome de Crouzon es el más frecuente de este grupo. Se caracteriza por un desarrollo insuficiente de la zona mesofacial y los ojos, que parecen salirse de sus órbitas (fig. 5-12). Este síndrome se produce por la fusión prenatal de las suturas superior y posterior del maxilar superior a lo largo de la pared orbitaria. A menudo, la fusión prematura se extiende en sentido posterior hacia el cráneo, produciendo también deformaciones en la bóveda craneal. Si la fusión de la zona orbitaria impide la traslación anteroinferior del maxilar superior, se produce un desarrollo insuficiente grave del tercio medio de la cara. La protrusión oftálmica característica es fundamentalmente una ilusión: parece que los ojos se salen de sus cuencas debido a la falta de desarrollo de la zona inferior. No obstante, puede producirse una extrusión verdadera de los ojos, debido a que la presión intracraneal aumenta como consecuencia de la sinostosis de las suturas craneales.

Aunque la deformidad característica se identifica en el momento de nacer, la situación se agrava aún más debido a que las alteraciones del crecimiento causadas por la fusión de las suturas continúan después del nacimiento. Es necesario intervenir quirúrgicamente a una edad temprana para liberar las suturas.

Alteraciones en el crecimiento en el período fetal y perinatal

Amoldamiento fetal y lesiones de parto

Las lesiones que se aprecian en el momento de nacer pueden clasificarse en dos categorías fundamentales: 1) por amoldamiento intrauterino, y 2) por traumatismo mandibular durante el parto, sobre todo por la utilización de fórceps durante el mismo.

Amoldamiento intrauterino. La presión prenatal que sufre la cabeza en desarrollo puede dar lugar a distorsiones en las zonas de crecimiento rápido. En sentido estricto, esto no es una lesión de parto, pero dado que sus efectos se aprecian al nacer el niño, se incluye en esa categoría. Es muy infrecuente que un brazo quede comprimido contra la cara dentro del útero, provocando una importante deficiencia maxilar al nacer (fig. 5-13). En ocasiones, la cabeza fetal queda firmemente flexionada sobre el pecho intraútero, impidiendo que la mandíbula crezca con normalidad hacia delante. Esto puede deberse a diferentes causas, aparentemente la más habitual es la disminución del volumen de líquido amniótico. Como consecuencia de ello, la mandíbula es muy pequeña en el momento del nacimiento y se suele observar una hendidura palatina dado que la restricción al desplazamiento mandibular empuja la lengua hacia arriba e impide el cierre normal de las plataformas palatinas.

Esta combinación de deficiencia mandibular extrema y paladar hendido constituye la *malformación o secuencia de Pierre Robin*. No se trata de un síndrome que presente una causa definida, sino que son numerosas las causas que pueden dar lugar a una misma secuencia de episodios que genere la deformidad. La reducción del volumen de la cavidad oral provoca en ocasiones



FIGURA 5-13 Deficiencia mesofacial en una niña de 3 años, todavía visible, aunque muy mejorada en comparación con la grave deficiencia que presentaba al nacer a causa del amoldamiento intrauterino. Antes del nacimiento, uno de sus brazos le comprimía la cara. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

dificultades respiratorias al nacer, lo cual puede obligar a suturar anteriormente la lengua de forma provisional e incluso a realizar una traqueotomía para que el lactante pueda respirar. Recientemente, se ha empezado a provocar en estos niños afectados severamente el adelantamiento precoz de la mandíbula mediante osteogenia por distracción para permitir más espacio a una vía aérea y así poder cerrar la traqueotomía.

Dado que la presión facial que ha provocado el problema de crecimiento deja de actuar después del nacimiento, cabría esperar que el crecimiento posterior fuese normal y que tal vez acabase por producirse una recuperación completa. Algunos niños con la secuencia de Pierre Robin al nacer muestran un crecimiento mandibular favorable durante la infancia, aunque generalmente siguen teniendo un maxilar inferior más pequeño de lo normal (fig. 5-14), y en un estudio reciente no se ha observado crecimiento «compensador» durante la adolescencia.¹⁰ Se calcula que alrededor de un tercio de los pacientes con el síndrome de Pierre Robin presentan un defecto en la formación del cartílago, y se puede afirmar que tienen el síndrome de Stickler. No es sorprendente que este grupo tenga un potencial de crecimiento limitado. Las probabilidades de un crecimiento compensador son mayores cuando el problema original consiste en una restricción mecánica del crecimiento que ha dejado de existir después del nacimiento.

Traumatismos mandibulares durante el parto. En el pasado se achacaban a lesiones producidas durante el parto muchos patrones de deformidad facial que actualmente sabemos que se deben a otras causas. A pesar de las explicaciones de los médicos, muchos padres hablan de la deformidad facial de sus hijos como si se debiera a una lesión de parto, aunque se evidencie un sín-

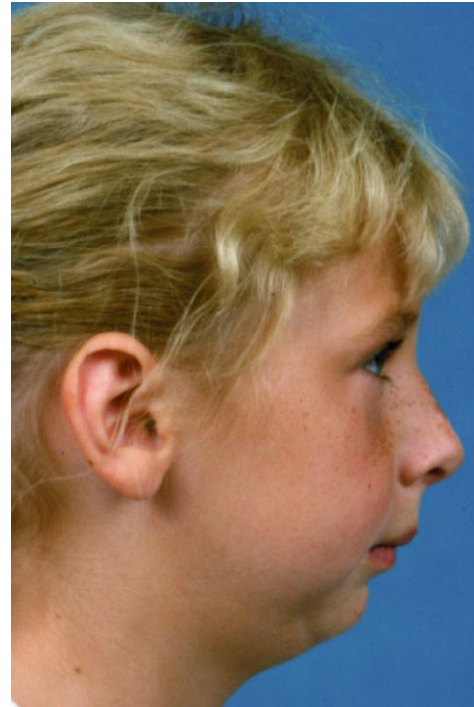


FIGURA 5-14 A esta niña se le diagnosticó al nacer síndrome de Pierre Robin, lo que origina una mandíbula muy pequeña, obstrucción de las vías aéreas y paladar hendido. Algunos niños con estas condiciones tienen suficiente crecimiento mandibular posnatal para corregir la deficiencia mandibular, pero no la mayoría. A los 9 años, su deficiencia mandibular ha persistido. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

drome congénito. Independientemente de lo que puedan decir los padres después, es obvio que un síndrome reconocible no se debe a traumatismos durante el parto.

No obstante, el empleo de fórceps para ayudar a sacar la cabeza en algunos partos difíciles puede dañar una o ambas articulaciones temporomandibulares (ATM). Al menos en teoría, una presión intensa sobre la zona de las ATM podría provocar hemorragias internas, pérdida de tejido y una falta de desarrollo mandibular posterior. Hace tiempo, esta era una explicación habitual para la deficiencia mandibular. Por supuesto, si el cartílago del cóndilo mandibular fuese un centro de crecimiento importante, el riesgo derivado de la lesión de una zona presumiblemente crítica parecería mucho mayor. A la luz de los conocimientos actuales, el cartílago condilar no es fundamental para un adecuado crecimiento de la mandíbula, de manera que no resulta tan sencillo achacar la falta de desarrollo mandibular a las lesiones de parto. Es más probable que los niños que presentan deformidades mandibulares padezcan un síndrome congénito.

Deformidades progresivas en la infancia

Una deformidad progresiva es aquella que se va acentuando ininterrumpidamente; por supuesto, esto requiere tratamiento precoz. Afortunadamente, estos problemas son mucho menos frecuentes que aquellas otras deformidades más graves (pero estables) que constituyen la mayoría de los problemas maxilares observados en los niños.

Fracturas mandibulares en la infancia

El cuello del cóndilo mandibular es especialmente vulnerable a las caídas y golpes tan frecuentes durante la infancia, y las fracturas de esta zona son relativamente frecuentes en los niños. Afortunadamente, la apófisis condilar suele regenerarse muy bien tras estas fracturas precoces. Los mejores datos disponibles sobre seres humanos parecen indicar que aproximadamente el 75% de los niños con fracturas precoces del cóndilo mandibular experimentan un crecimiento mandibular normal después de las mismas y, por consiguiente, no desarrollan maloclusiones que no habrían sufrido sin tales traumatismos. La fractura condilar unilateral es mucho más frecuente que las fracturas bilaterales. Parece ser bastante frecuente que un niño se estrelle con la bicicleta, se rompa un diente y se fracture un cóndilo, lllore un poco, y después siga desarrollándose normalmente, con una regeneración completa del cóndilo. En muchos casos, nunca se llega a diagnosticar la fractura condilar.

Cuando surge algún problema después de una fractura condilar, este suele consistir en una deficiencia asimétrica del crecimiento; el lado lesionado (o en las fracturas bilaterales, el lado más lesionado) crece menos que el otro (fig. 5-15). Tras una lesión, el crecimiento posterior resulta restringido si se forma suficiente tejido cicatricial alrededor de la ATM, para limitar la traslación del cóndilo, de manera que el maxilar inferior no puede avanzar tanto como el resto de la cara al crecer.

Este concepto tiene gran importancia en el tratamiento de las fracturas condilares en los niños. Parece ser, y así lo confirma la experiencia clínica, que la reducción abierta quirúrgica de una fractura condilar en un niño apenas tiene ventajas. La cicatrización adicional producida por la cirugía podría empeorar aún más las cosas. Por consiguiente, lo mejor es el tratamiento conservador en el momento de la fractura y la movilización precoz de la mandíbula para limitar las restricciones al movimiento. Sin embargo, si se observa un crecimiento deficiente, será necesario un tratamiento precoz (v. capítulo 12).

Una antigua fractura condilar es la causa más probable de la deficiencia mandibular asimétrica de los niños, aunque este problema también puede aparecer en otros procesos destructivos que afectan a la ATM, como la artritis reumatoide (fig. 5-16), o debido a la ausencia congénita de tejido, como sucede en la microsomía craneofacial.

Disfunciones musculares

Los músculos faciales pueden influir de dos maneras en el crecimiento mandibular. En primer lugar, la formación de hueso en la zona de inserción de los músculos depende de la actividad de los mismos; en segundo lugar, la musculatura es una parte importante de la matriz total de los tejidos blandos, cuyo crecimiento suele llevar a la mandíbula hacia abajo y hacia delante. Es más frecuente que se pierda parte de la musculatura debido a una lesión del nervio motor (el músculo se atrofia cuando pierde su inervación motora). Como consecuencia, se produce un desarrollo inadecuado de esa parte de la cara, con deficiencias tanto en los tejidos blandos como en los duros (fig. 5-17).

Una contracción muscular excesiva tras una lesión puede restringir el crecimiento de forma muy parecida a una cicatriz. Este efecto se aprecia muy claramente en la tortícolis, una desviación de la cabeza producida por una excesiva contracción

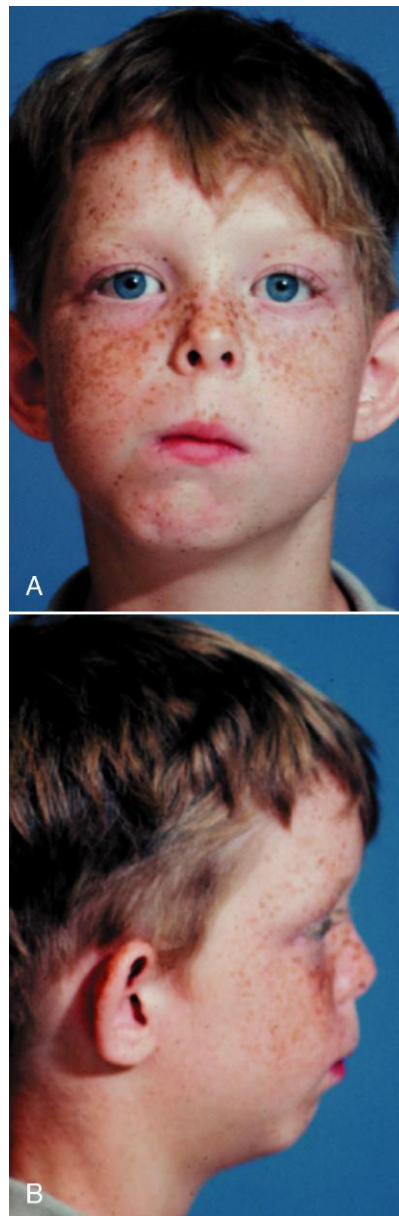


FIGURA 5-15 Asimetría mandibular en un niño de 8 años producida por un crecimiento deficiente del lado afectado tras una fractura del cóndilo izquierdo, probablemente a los 2 años de edad. En este paciente, el crecimiento fue normal hasta que empezó a reducirse el crecimiento mandibular a los 6 años de edad, cuando una inserción del proceso condilar en la parte inferior del arco cigomático del lado lesionado empezó a restringir el crecimiento y la asimetría se desarrolló rápidamente. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

tónica de los músculos de un lado del cuello (fundamentalmente el esternocleidomastoideo) (fig. 5-18). Debido a ello se produce una asimetría facial como consecuencia de la restricción del crecimiento en el lado afectado, asimetría que puede ser bastante grave si no se desinsertan quirúrgicamente los músculos contraídos a una edad temprana.¹¹ Por el contrario, la disminución de la actividad muscular tónica que se observa en la distrofia muscular en algunas formas de parálisis cerebral y en diversos síndromes de debilidad muscular permite un



FIGURA 5-16 La artritis reumatoide es una causa poco frecuente de asimetría facial, pero en la forma poliarticular de la enfermedad (múltiples articulaciones se ven afectadas) las articulaciones temporomandibulares (ATM) suelen verse involucradas, y puede desarrollarse la asimetría al estar más afectado un lado que el otro. **A.** Apariencia facial a los 12 años, 2 años después del diagnóstico de la artritis reumatoide poliarticular. **B.** Radiografía cefalométrica posteroanterior (PA) a los 12 años. Obsérvese la asimetría mandibular.



FIGURA 5-17 Asimetría facial en un niño de 11 años que carecía de gran parte del músculo masetero en el lado izquierdo. El músculo es una parte importante de la matriz total de tejido blando; en su ausencia, también se ve mermado el crecimiento mandibular en la zona afectada. **A.** A los 4 años. **B.** A los 11 años. **C.** A los 17 años, después de una cirugía para adelantar la mandíbula más del lado izquierdo que del derecho. Sigue siendo evidente en el lado izquierdo la deficiencia de tejido blando por la musculatura ausente.



FIGURA 5-18 Asimetría facial en una niña de 6 años con tortícolis. Una excesiva contracción muscular puede restringir el crecimiento de forma muy parecida a como lo hace una cicatriz tras una lesión. En este caso, a pesar de la liberación quirúrgica a la edad de 1 año de los músculos del cuello contraídos, se desarrolló una asimetría facial moderada, por lo que se le practicó una segunda liberación quirúrgica del músculo esternocleidomastoideo izquierdo a los 7 años. Obsérvese que la asimetría se refleja en un crecimiento deficiente de todo el lado izquierdo de la cara, no solo de la mandíbula.

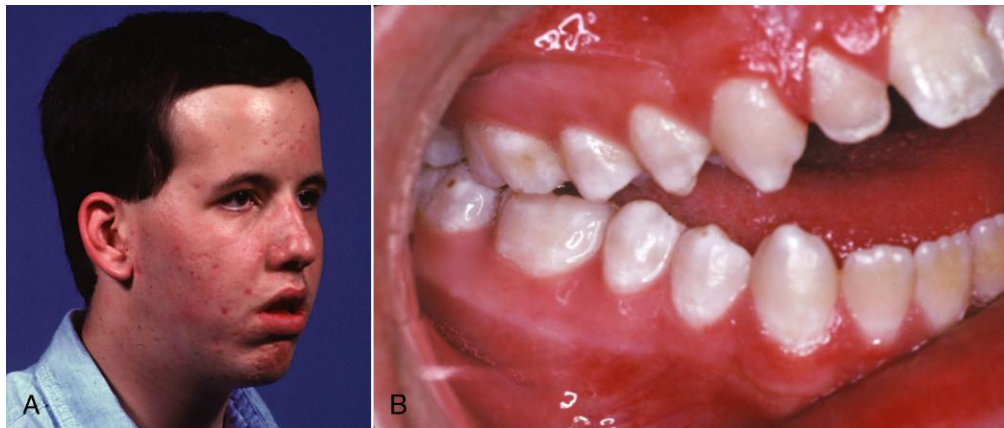


FIGURA 5-19 A. Los pacientes con síndromes de debilidad muscular presentan alargamiento facial típico, como este chico de 15 años con distrofia muscular. B. La altura facial excesiva va acompañada habitualmente (pero no siempre) de mordida anterior abierta, como en este caso.

desplazamiento en sentido inferior excesivo de la mandíbula con respecto al resto del esqueleto facial. El resultado es un aumento del crecimiento vertical de la cara, una erupción excesiva de los dientes posteriores y una mordida abierta anterior grave (fig. 5-19).¹²

Alteraciones que surgen en la adolescencia o en la edad adulta temprana

Algunos individuos que parecen metabólicamente normales experimentan en ocasiones un excesivo crecimiento unilateral de la mandíbula. Se ignora por completo la causa de esta anomalía. Esto suele suceder en las niñas entre los 15 y los 20 años de edad, pero puede acontecer a los 10 años o mucho después de los 30 años en cualquiera de los dos sexos. En el pasado, este trastorno recibía el nombre de *hiperplasia condilar*, y la proliferación del cartílago condilar es una característica prominente; sin embargo,

dado que también afecta al cuerpo de la mandíbula (fig. 5-20), se considera actualmente que *hipertrofia hemimandibular* es una denominación más descriptiva.¹³ El excesivo crecimiento puede cesar espontáneamente, si bien en los casos graves puede ser necesaria la resección del cóndilo afectado y la reconstrucción del área.

La acromegalia, que se debe a la existencia de un tumor adenohipofisario que secreta excesivas cantidades de hormona del crecimiento, puede provocar en la vida adulta un desmesurado crecimiento de la mandíbula y una maloclusión esquelética de clase III (fig. 5-21). A menudo (aunque no siempre; en ocasiones no llega a haber afectación de la mandíbula mientras que las manos y/o los pies crecen), el crecimiento mandibular se acelera y vuelve a alcanzar de nuevo los niveles del estirón puberal, años después de haberse completado el crecimiento adolescente.¹⁴ El cartílago condilar prolifera, pero no se sabe si es esta la causa del crecimiento mandibular o si meramente



FIGURA 5-20 **A.** La asimetría facial de esta mujer de 21 años se desarrolló gradualmente hacia finales de la adolescencia tras el tratamiento ortodóncico de proliferación dental, durante el cual no se observaron signos de asimetría mandibular como consecuencia de un crecimiento excesivo del lado derecho de la mandíbula. **B.** En la oclusión dental se observa la mordida abierta del lado derecho, que refleja el componente vertical del excesivo crecimiento. **C.** Obsérvese el considerable aumento de tamaño del cóndilo mandibular del lado derecho. Se ignora por qué se produce este tipo de crecimiento excesivo, pero histológicamente normal, y por qué afecta sobre todo a las mujeres.

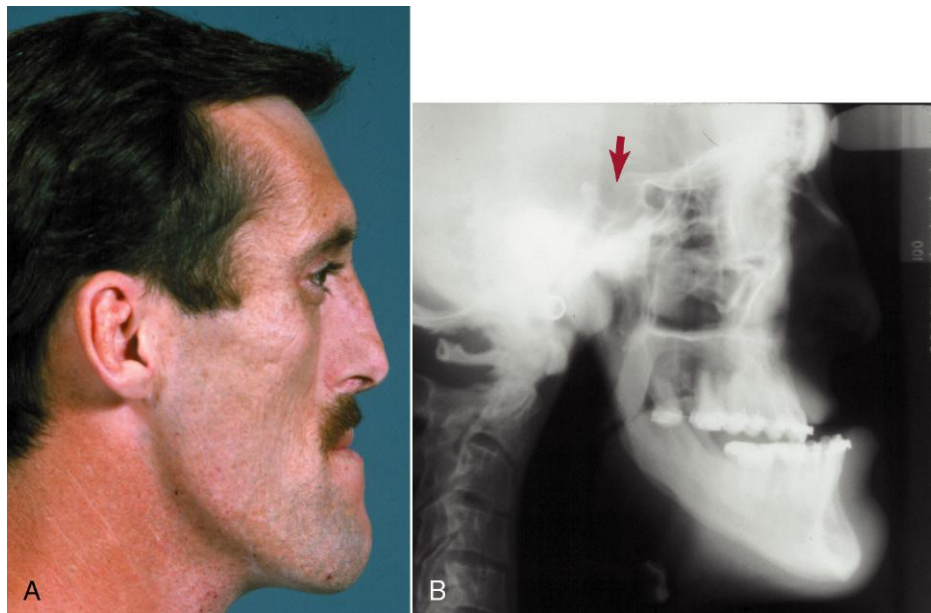


FIGURA 5-21 Fotografía de perfil (**A**) y radiografía cefalométrica (**B**) de un hombre de 32 años con acromegalia, diagnosticada hace 3 años cuando acudió a su odontólogo porque le estaba avanzando la mandíbula. Tras irradiar la zona hipofisaria anterior, disminuyeron los elevados niveles de hormona del crecimiento y cesó el crecimiento mandibular. Obsérvese el aumento de tamaño de la silla turca y la pérdida de definición de su perfil óseo, que refleja la ubicación del tumor secretor en ese lugar. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

acompaña al mismo. El crecimiento excesivo cesa cuando se extirpa o se irradia el tumor, pero la deformidad esquelética persiste y es necesaria una cirugía ortognática para reposicionar la mandíbula (v. capítulo 19).

Alteraciones en el desarrollo dental

La mayoría de los trastornos del desarrollo dental contribuyen a una maloclusión de clase I aislada, y dichos trastornos (como la deriva de los dientes permanentes poco después de la pérdida prematura de los dientes primarios) se describen en el capítulo 11. Entre los problemas dentales relacionados con otros problemas congénitos o de salud de mayor envergadura cabe destacar:

Ausencia congénita de dientes

Puede deberse a alteraciones producidas durante las fases iniciales de la formación de un diente: el comienzo y la proliferación. Su forma más extrema es la *anodoncia* o ausencia total de dientes. La *oligodoncia* consiste en la ausencia de muchos dientes, pero no de todos, mientras que la *hipodoncia* (término poco utilizado) consiste en la ausencia de algunos dientes solamente. Dado que los gérmenes de los dientes primarios dan lugar a la erupción de los dientes permanentes, estos no aparecerán si faltan sus predecesores. No obstante, puede suceder que estén presentes todos los dientes primarios y que falten todos los permanentes.

La anodoncia y la oligodoncia se suelen asociar a *displasia ectodérmica*, una anomalía sistémica rara. Los individuos con displasia ectodérmica tienen un pelo fino y ralo, y carecen de glándulas sudoríparas, además de la ausencia característica de dientes (fig. 5-22). En ocasiones, un paciente sin problemas

sistémicos ni síndromes congénitos aparentes presenta oligodoncia. En estos casos, la ausencia de dientes parece seguir un patrón aleatorio.

Tanto la anodoncia como la oligodoncia son poco frecuentes, pero la hipodoncia es una alteración relativamente común. Parece que un modelo causal poligénico multifactorial es la mejor explicación etiológica. Por lo general, si solo faltan uno o varios dientes, el diente ausente será el más distal de un determinado tipo. Si falta congénitamente un molar, casi siempre será el tercer molar; si falta un incisivo, casi siempre es el lateral; si falta un premolar, casi siempre es el segundo y no el primero. Cuando solo falta un diente, rara vez es un canino.

Dientes malformados y supernumerarios

Las anomalías en el tamaño y en la forma de los dientes son el resultado de alteraciones producidas durante la fase de diferenciación morfológica del desarrollo, tal vez con algún remanente de la fase de diferenciación histológica. La anomalía más habitual es una variación de tamaño, sobre todo de los incisivos laterales superiores (fig. 5-23) y de los segundos premolares superiores. Aproximadamente un 5% de la población general presenta alguna «discrepancia» significativa en el tamaño de los dientes derivada de una desproporción entre los superiores y los inferiores. A menos que los dientes tengan un tamaño equiparable, es imposible conseguir una oclusión normal. Como era de esperar, los principales culpables son los incisivos laterales superiores, que son los más variables.

Los dientes supernumerarios o adicionales se deben también a alteraciones durante las fases de inicio y proliferación del desarrollo dental. Los dientes supernumerarios más habituales son los que aparecen en la línea media del maxilar, y reciben el nombre

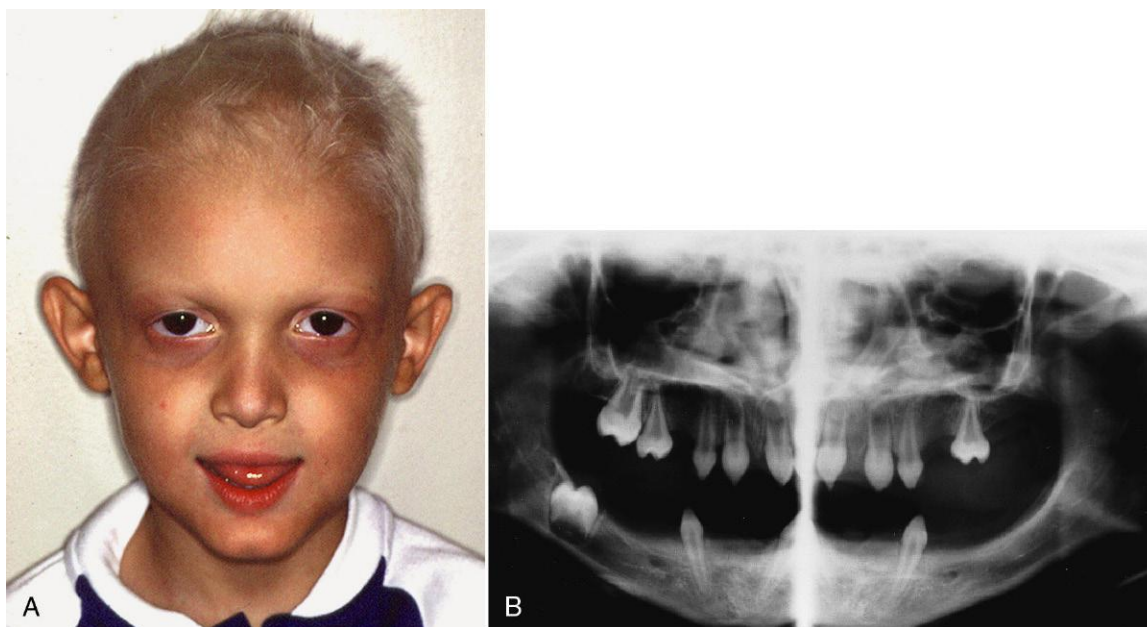


FIGURA 5-22 A. Es probable que un niño con displasia ectodérmica, además del característico pelo fino y de color claro, presente un aspecto excesivamente achatado debido a la falta de desarrollo de los procesos alveolares. B. Radiografía panorámica del mismo chico, en la que se puede apreciar la ausencia de varios dientes. Este grado de oligodoncia es casi patognomónico de la displasia ectodérmica.



FIGURA 5-23 Los incisivos laterales superiores desproporcionadamente pequeños (**A**) o grandes (**B**) son relativamente frecuentes. Ello origina una discrepancia en el tamaño dental que impide casi la alineación y la oclusión normales. Es más fácil aumentar el tamaño de los incisivos laterales pequeños que reducir el de los grandes, porque en las reducciones de tamaño la dentina puede quedar más tarde expuesta interproximalmente en 1-2 mm.

de *mesiodientes*. También pueden aparecer incisivos laterales supernumerarios y a veces se forman premolares adicionales; algunos pacientes tienen cuartos molares además de los terceros. Obviamente, la presencia de un diente adicional puede alterar el desarrollo oclusal normal (fig. 5-24) y suele ser necesario intervenir precozmente para conseguir que la alineación y las relaciones oclusales sean aceptables. Es frecuente observar gran cantidad de dientes supernumerarios en el síndrome congénito de displasia cleidocraneal (v. fig. 3-15), que se caracteriza por la ausencia de las clavículas (huesos del cuello), la presencia de múltiples dientes supernumerarios y sin erupcionar y la falta de erupción de los dientes sucedáneos.

Desplazamiento traumático de los dientes

Casi todos los niños sufren caídas y es habitual que se golpeen los dientes en su período de formación. Cuando un traumatismo que afecta a un diente primario desplaza el brote del permanente que está por debajo hay dos posibles consecuencias. En primer lugar, si el traumatismo actúa mientras se está formando la corona del diente permanente, alterará la formación del esmalte y aparecerá un defecto en la corona del mismo.

En segundo lugar, si el traumatismo se produce después de haberse completado la corona, esta puede verse desplazada en relación con la raíz, y puede detenerse la formación de la misma, que queda acortada permanentemente. No obstante, lo más habitual es que la formación de la raíz continúe, si bien lo que resta de la misma forma un ángulo con la corona desplazada por el traumatismo (fig. 5-25). Esta forma de distorsión radicular se denomina *dilaceración* y se define como una distorsión de la forma de la raíz.

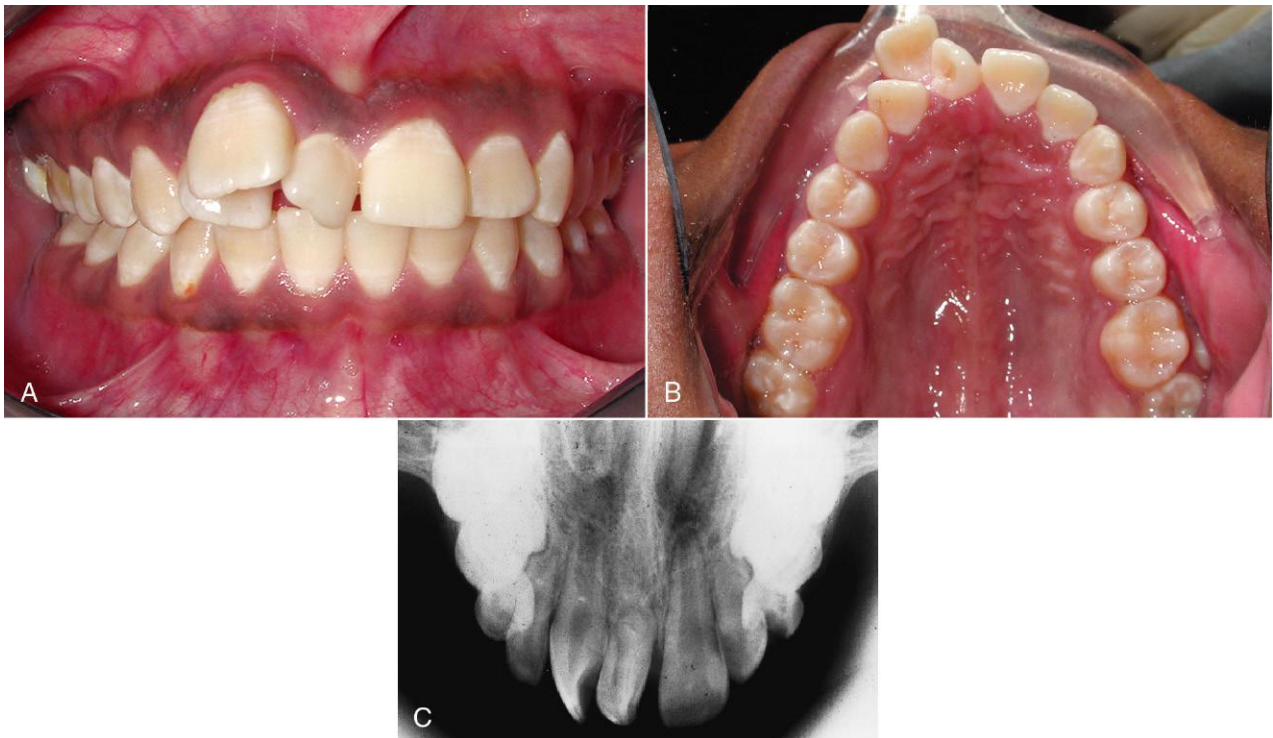


FIGURA 5-24 A-C. La línea media del maxilar es la localización más habitual de un diente supernumerario, a menudo llamado mesiodiente debido a su ubicación, que puede presentar casi cualquier forma. El supernumerario puede bloquear la erupción de uno o ambos incisivos centrales, o bien separarlos mucho, y desplazar también los incisivos laterales, como sucede en esta chica.



FIGURA 5-25 La deformación (denominada *dilaceración*) de la raíz de este incisivo lateral se debía a un traumatismo a una edad más temprana, que había desplazado la corona respecto de la raíz en formación. Esta es una dilaceración más marcada de lo habitual (v. fig. 3-17), pero incluso en este caso el diente consiguió erupcionar; la dilaceración no impide la erupción.

Si la distorsión de la posición radicular es lo bastante grande, es casi imposible que la corona adopte su posición correcta, ya que para ello la raíz tendría que extenderse y atravesar el hueso alveolar. Por este motivo puede ser necesario extraer los dientes gravemente dilacerados. En los niños, los brotes dentales desplazados traumáticamente deben reubicarse lo antes posible (v. capítulo 12). Inmediatamente después de un accidente, suele ser posible devolver un diente intacto a su posición original con rapidez y sin problemas, pero tras la curación (que suele llevar 2-3 semanas) existen bastantes probabilidades de que se anquile, y hará imposible su reposicionamiento.

INFLUENCIAS GENÉTICAS

La gran influencia de la herencia sobre los rasgos faciales es obvia; es muy fácil reconocer las tendencias familiares en la inclinación de la nariz, el perfil de la mandíbula y en la forma de sonreír. Está demostrado que determinados tipos de maloclusión son de carácter familiar. El ejemplo mejor conocido es la mandíbula de Habsburgo, la mandíbula prognática de la familia real europea (fig. 5-26), pero los odontólogos ven ejemplos repetidos de maloclusiones familiares en padres e hijos. La cuestión pertinente sobre el proceso etiológico de la maloclusión no radica en si existen influencias hereditarias sobre los maxilares y los dientes (que obviamente existen), sino más bien en si es frecuente que la maloclusión se deba a características heredadas.

Durante gran parte del siglo xx se pensó que la maloclusión podría deberse a características hereditarias por dos posibles mecanismos fundamentales. El primero sería una desproporción heredada entre el tamaño de los dientes y el de los maxilares, que podría dar lugar a apiñamiento o a espaciamento. La segunda posibilidad sería una desproporción heredada entre el tamaño o la forma de ambos maxilares, lo que podría dar lugar a relaciones oclusales inadecuadas. Cuanta mayor independencia exista



FIGURA 5-26 El prognatismo mandibular en la familia de los Habsburgo empezó a ser conocido como la mandíbula de los Habsburgo al recurrir en varias generaciones de la realeza europea, y fue registrado en numerosos retratos. **A.** Felipe II y el príncipe Fernando, 1575 (Tiziano). **B.** Felipe IV, 1638 (Velázquez). **C.** Carlos IV y familia, 1800 (Goya). Obsérvese la gran mandíbula inferior en el bebé, el padre y la abuela, pero no en la madre.

entre estas características, más probabilidades habrá de que se hereden estas desproporciones. ¿Puede un niño, por ejemplo, heredar dientes grandes y una mandíbula pequeña, o un maxilar grande y una mandíbula pequeña? Esto sería bastante posible si el tamaño de los maxilares y los dientes se heredasen de forma independiente, pero si las características dentofaciales tendiesen a estar interrelacionadas, una discordancia hereditaria de este tipo sería improbable.

Las poblaciones primitivas, en las que la maloclusión es menos frecuente que en las sociedades modernas, se caracterizan por el aislamiento y la uniformidad genéticos. Si todos los individuos de un grupo portan la misma información genética en lo referente al tamaño de los dientes y los maxilares, no existiría la posibilidad de que un niño heredase características discordantes. A falta de alimentos procesados, cabría esperar una fuerte presión selectiva para los rasgos que dan lugar a una buena función masticatoria. En esta población, tenderían a desaparecer los genes que introducen alteraciones en el aparato masticatorio (a menos que confirieran alguna otra ventaja). El resultado debería ser exactamente el que se observa en los pueblos primitivos: individuos en los que son infrecuentes las discrepancias entre el tamaño de los dientes y el de los maxilares, y grupos en los que todos tienden a tener las mismas relaciones intermaxilares (y que no ofrecerían necesariamente la mejor oclusión dental). Diferentes grupos humanos han desarrollado variaciones impresionantes en las proporciones faciales y en las relaciones intermaxilares. Así pues, ¿qué sucede cuando se produce un cruce entre grupos humanos originalmente diferentes?

Una de las características de la civilización es la reunión de grandes grupos en centros urbanos, en los que aumentan enormemente las posibilidades de relacionarse fuera del propio grupo.

Si fuera posible una desproporción heredada de los componentes funcionales de la cara y los maxilares, podríamos predecir que las poblaciones urbanas modernas tendrían una gran incidencia de maloclusión y una gran variedad de problemas ortodóncicos. En EE. UU., a consecuencia de su papel como «crisol genético», debería observarse uno de los índices de maloclusión más elevados del mundo, como de hecho ocurre. En los años treinta y cuarenta, con el desarrollo de la nueva ciencia genética, era muy tentador postular que la principal explicación para el aumento de maloclusión en los últimos siglos era el gran incremento de los cruces genéticos a causa del crecimiento y el desplazamiento de los grupos étnicos.

Esta concepción de la maloclusión como un problema fundamentalmente genético se vio ampliamente respaldada por los experimentos realizados sobre crías de animales llevados a cabo en la década de los treinta. A este respecto, el científico más influyente con diferencia fue el profesor Stockard, que cruzó perros metódicamente y observó los interesantes efectos producidos en su estructura corporal (fig. 5-27).¹⁵ Por supuesto, en la actualidad existen perros de una tremenda variedad de razas y tamaños. ¿Qué sucedería si se cruzase un terrier de Boston con un pastor escocés? ¿Tendrían los descendientes la mandíbula larga y puntiaguda del pastor escocés y el diminuto maxilar del terrier? ¿Se podría producir en sus descendientes un apiñamiento o un espaciamiento inusual debido a la combinación de los dientes de una raza con los maxilares de la otra? Los experimentos de Stockard pusieron de manifiesto que sus perros cruzados desarrollaban maloclusiones espectaculares, más por discrepancias intermaxilares que por desequilibrios entre el tamaño de los dientes y el de los maxilares. Estos experimentos parecían confirmar que la herencia, independientemente de las características faciales, podría ser una causa importante

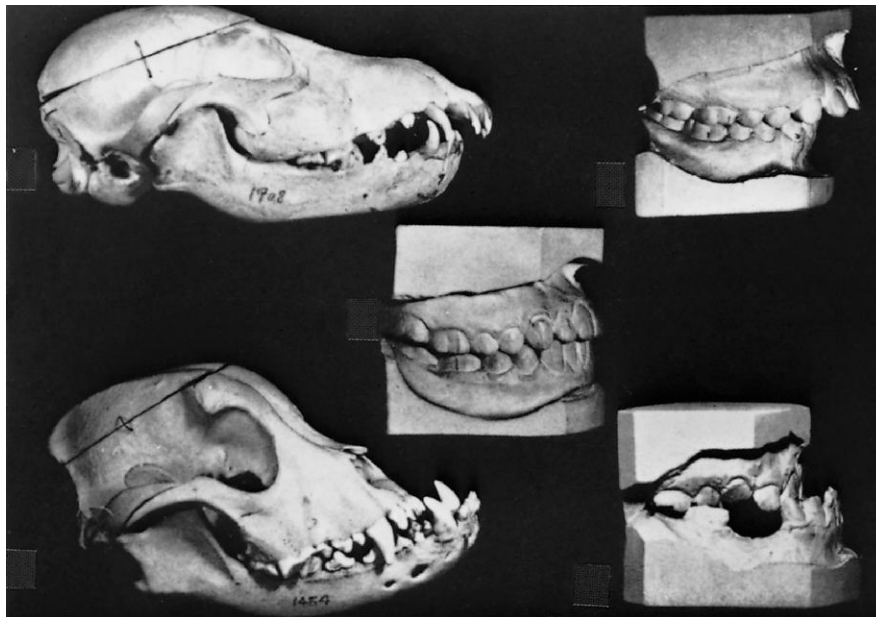


FIGURA 5-27 En los experimentos de cruces realizados con perros en los años treinta, el profesor Stockard demostró la posibilidad de desarrollar maloclusiones graves cruzando razas morfológicamente diferentes. Su analogía con la maloclusión humana fue una poderosa influencia para rechazar la idea que predominaba en los años veinte acerca de que la maloclusión se debía a una mala función maxilar. (Tomado de Stockard CR, Johnson AL. Genetic and Endocrinic Basis for Differences in Form and Behavior. Philadelphia: The Wistar Institute of Anatomy and Biology; 1941.)

de maloclusión y que el rápido incremento de la maloclusión derivado de la vida urbana podría deberse al creciente cruce genético.

Sin embargo, estos experimentos con perros eran engañosos, ya que muchas razas de perros pequeños portan el gen de la acondroplasia. Los animales o los seres humanos afectados por este trastorno sufren una deficiencia en el crecimiento del cartílago que da lugar a extremidades muy cortas y a un desarrollo mesofacial inadecuado. El dachshund es el clásico perro acondroplásico, pero la mayoría de los bulldogs y los terriers también son portadores de este gen. La acondroplasia es un rasgo autosómico dominante. Al igual que muchos genes dominantes, el gen de la acondroplasia tiene a veces una penetración solo parcial, lo que quiere decir que el rasgo se expresará de forma más llamativa en unos individuos que en otros. Casi todas las maloclusiones inusuales producidas en los experimentos de cruce de Stockard pueden explicarse por el grado de expresión de la acondroplasia en esos animales, y no por la herencia del tamaño de los maxilares.

Aunque posible, la acondroplasia es poco frecuente en los seres humanos y da lugar a una serie de cambios previsibles (fig. 5-28). Además de las cortas extremidades, la base del cráneo no crece con normalidad a causa del pobre crecimiento de las sincondrosis, el maxilar no avanza la distancia normal y se produce una relativa deficiencia mesofacial. En una serie de síndromes genéticos relativamente infrecuentes, como la acondroplasia, es posible distinguir efectos sobre la cara, los maxilares y los dientes, si bien dichos síndromes solo causan el 1% de los problemas ortodóncicos.

Un cuidadoso estudio de los resultados del cruce genético entre poblaciones diversas también pone en tela de juicio la hipótesis de que las características dentales y maxilares hereditarias, independientemente, sean una causa importante de maloclusión. Es probable que los mejores datos sean los que se derivan de las investigaciones realizadas en Hawái por Chung et al.¹⁶ Antes de ser descubierta por los exploradores europeos en el siglo XVIII, Hawái tenía una población polinesia homogénea. La inmigración a gran escala de grupos europeos, chinos y japoneses, así como la llegada de grupos más reducidos de otras etnias y razas, dio lugar a una población excepcionalmente heterogénea. El tamaño de los dientes y de los maxilares y las proporciones maxilares eran bastante diferentes entre los polinesios, orientales y europeos que contribuyeron al crisol hawaiano. Por consiguiente, si las características dentales y maxilares se heredasen por separado, cabría esperar una elevada incidencia de maloclusión en esta población.

Sin embargo, la incidencia y los tipos de maloclusión entre la población hawaiana actual, aunque mayor que la de la población original, no respalda este concepto. Los efectos de los cruces interraciales parecen ser más aditivos que multiplicativos. Por ejemplo, cerca de un 10% de los chinos que emigraron a Hawái tenían maloclusión de clase III, mientras que un 10% de los polinesios presentaban apiñamiento dental. La descendencia del cruce de ambos parece tener una incidencia del 10% para cada característica, pero no se observan signos de grandes deformidades faciales como las que se aprecian en los perros cruzados. En otras palabras, si la maloclusión o la tendencia a la maloclusión son hereditarias, el mecanismo no se hereda independientemente de características morfológicas concretas, como el tamaño de los dientes y los maxilares.

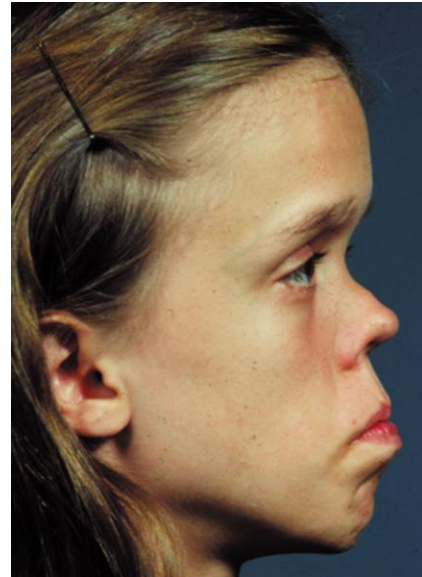


FIGURA 5-28 Obsérvese la deficiencia mesofacial en esta niña de 14 años con una acondroplasia moderadamente grave, sobre todo en el puente de la nariz. Esta alteración se debe a un menor crecimiento del cartílago de la base del cráneo, con la consiguiente ausencia de desplazamiento anterior del maxilar. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*. St. Louis: Mosby; 2003.)

La forma clásica de fijar en qué grado una característica viene determinada por la herencia consiste en comparar a gemelos monocigóticos (idénticos) con dicigóticos (disimilares). Los monocigóticos son el resultado de la división precoz de un cigoto fecundado, de forma que ambos individuos poseen el mismo ácido desoxirribonucleico (ADN) cromosómico y son genéticamente idénticos. Si han vivido en el mismo entorno durante su crecimiento, las diferencias que presenten se deberán exclusivamente a influencias ambientales. También pueden producirse gemelos cuando se liberan dos óvulos y son fecundados simultáneamente por espermatozoides diferentes. Estos gemelos dicigóticos no tienen mayor parecido que los hermanos corrientes, con la excepción de que han compartido el mismo entorno intrauterino. Comparando a gemelos idénticos, gemelos disimilares y hermanos corrientes, se puede estimar el grado de variabilidad de dicha característica que se debe a la herencia.

Los estudios de este tipo tienen ciertas limitaciones, no solo por la dificultad para conseguir parejas de gemelos, sino también porque puede haber dificultades para establecer la cigosidad y confirmar que el ambiente ha sido el mismo para ambos gemelos. No obstante, los estudios en gemelos realizados correctamente constituyen la mejor manera para evaluar la heredabilidad.¹⁷ Utilizando a gemelos y a sus hermanos como controles, Hughes et al. comprobaron que el componente hereditario de las variaciones en la separación y la posición de los dientes dentro de las arcadas dentales oscilaba entre el 69 y el 89%. El porcentaje era del 53% para la sobremordida, pero solo del 28% para el resalte (que, por consiguiente, parece responder más a un componente medioambiental que el apiñamiento/separación o la sobremordida).¹⁸ Corrucini et al.¹⁹

han afirmado que, introduciendo las correcciones adecuadas por las diferencias ambientales no sospechadas entre las parejas gemelares, la heredabilidad de algunas características dentales, por ejemplo el resalte, es casi nula.

El otro método clásico para estimar la influencia de la herencia es el estudio de los miembros de una familia mediante el análisis de las similitudes y las diferencias que existen entre madre e hijo, padre e hijo y entre hermanos. Basándose en el análisis de las radiografías cefalométricas longitudinales y de los moldes dentales de hermanos que participaron en el estudio sobre el crecimiento de Bolton-Brush, Harris y Johnson²⁰ dedujeron que la heredabilidad de las características craneofaciales (esqueléticas) era relativamente elevada, pero no así la de las características dentales (oclusales). En las características esqueléticas, los cálculos de la heredabilidad aumentaban con la edad; en el caso de las características dentales, los cálculos de la heredabilidad disminuían, lo que parece indicar la existencia de una contribución ambiental creciente a la variación dental. Estas observaciones fueron confirmadas y ampliadas en un estudio más reciente sobre heredabilidad llevado a cabo en familias islandesas.²¹ Por consiguiente, en la medida en que el esqueleto facial determina las características de una maloclusión, es probable que exista un componente hereditario. Cuando se emplean las correlaciones padres-hijos para determinar el crecimiento facial disminuyen los errores, lo cual es indicativo en sí mismo de la influencia hereditaria en esas dimensiones.²² Sin embargo, las variaciones dentales puras parecen estar más determinadas por el ambiente.

Tal y como se observó en las familias reales europeas, la influencia de tendencias hereditarias es muy llamativa en el prognatismo mandibular (v. fig. 5-26). En un estudio reciente de 55 familias brasileñas con más de 2.000 individuos, se calculó que la heredabilidad del prognatismo mandibular era de 0,316. La mayoría de los árboles genealógicos parecía indicar que la herencia era de tipo autosómico dominante con penetrancia incompleta, y los investigadores llegaron a la conclusión de que existe un gen importante que influye en la expresión del prognatismo mandibular.²³ Parece ser que lo que conocemos como maloclusión de clase III constituye en realidad un grupo de fenotipos diferentes, y que habría que determinar la heredabilidad de esos fenotipos para poder desentrañar la genética de los problemas de clase III.²⁴

El patrón de deformidad dolicofacial parece ser el segundo tipo de deformidad familiar más frecuente. En general, es probable observar maloclusiones similares en los hermanos, especialmente si la maloclusión es grave, debido quizá a que sus tipos faciales y patrones de crecimiento influidos por factores genéticos tienden a responder de manera muy parecida a los factores ambientales. Conociendo el tipo de crecimiento que corresponde a cada uno de los diferentes patrones genéticos sería más fácil determinar tanto el tipo como el momento más adecuado para el tratamiento ortodóncico y quirúrgico.

Es aún menos claro hasta qué punto otros tipos de maloclusiones dentales están relacionados con las influencias genéticas. Si las variaciones dentales que contribuyen a una maloclusión no están estrechamente relacionadas con la expresión genética, una condición como la mordida abierta podría deberse en gran medida a influencias externas, como chuparse el pulgar o la posición de la lengua. Examinemos seguidamente la importancia del ambiente en la etiología de la maloclusión.

INFLUENCIAS AMBIENTALES

Las influencias ambientales que actúan durante el crecimiento y el desarrollo de la cara, los maxilares y los dientes consisten fundamentalmente en presiones y fuerzas derivadas de la actividad fisiológica. En todos los animales se observa una relación entre la morfología anatómica y la función fisiológica. Durante el proceso evolutivo, son muy llamativas las adaptaciones en el aparato maxilar y dental que se observan en los fósiles. Las relaciones entre forma y función a este nivel están controladas genéticamente y, aunque son importantes para hacerse una idea general de lo que sucede en el hombre, apenas tienen que ver con cualquier desviación individual de la norma vigente.

Por otra parte, tenemos muchos motivos para sospechar que las relaciones entre forma y función durante la vida de un individuo pueden influir en la etiología de la maloclusión. Aunque los cambios en la forma del cuerpo son mínimos, un individuo que realiza trabajos pesados tendrá músculos más duros y fuertes y huesos más robustos que otro que lleve una vida sedentaria. Si la función pudiese influir en el crecimiento de los maxilares, la alteración funcional podría ser una causa importante de maloclusión. Además, los ejercicios de masticación y otras formas de fisioterapia deberían ser una parte importante del tratamiento ortodóncico. Sin embargo, si la función apenas influye o no lo hace sobre el patrón de desarrollo del individuo, el hecho de modificar su función maxilar tendría un impacto escaso o nulo, tanto etiológica como terapéuticamente. Dada su importancia en la ortodoncia actual, hacemos especial hincapié en valorar las posibles contribuciones funcionales a la etiología de la maloclusión y las posibles recidivas tras el tratamiento.

Consideraciones sobre el equilibrio

Las leyes físicas establecen que un objeto sometido a fuerzas desiguales experimenta una aceleración y, debido a ello, se desplaza a una posición diferente en el espacio. Se deduce de esto que si un objeto es sometido a una serie de fuerzas pero permanece en la misma posición, dichas fuerzas deben estar en equilibrio. Desde esta perspectiva resulta evidente que la dentición está en equilibrio, ya que los dientes están sometidos a diferentes fuerzas pero no se mueven a otra posición en las circunstancias habituales.

La eficacia del tratamiento ortodóncico constituye por sí sola una prueba de que las fuerzas que actúan sobre la dentición están normalmente en equilibrio. Habitualmente, los dientes soportan las fuerzas de la masticación, la deglución y la fonación, pero no se mueven. Si un diente está sometido a la fuerza continuada de un aparato ortodóncico se mueve, lo que significa que la fuerza aplicada por el ortodoncista ha alterado el equilibrio que existía previamente. En el capítulo 8 describimos detalladamente la naturaleza de las fuerzas necesarias para mover los dientes, pero ahora debemos repasar brevemente lo que sabemos acerca de la magnitud y la duración de las fuerzas necesarias para producir cambios en la posición de los dientes.

Es importante saber que las estructuras que soportan la dentición (el ligamento periodontal [LPD] y el hueso alveolar) están diseñadas para soportar fuerzas muy intensas de corta duración, como las que se producen como consecuencia de la masticación. Durante la masticación, el líquido del espacio del LPD actúa como un amortiguador, de manera que los tejidos blandos del LPD no se comprimen aunque se flexione el hueso alveolar. Únicamente si la presión persiste durante bastante



FIGURA 5-29 La cicatriz que tiene este chico en la comisura de la boca se debe a una quemadura sufrida a una edad temprana por morder un cable eléctrico. Según la teoría del equilibrio, era de esperar una distorsión en la forma del arco dental en la región de la cicatriz contraída, como de hecho ha sucedido.

tiempo para expulsar el líquido (algunos segundos) puede tener alguna repercusión en los tejidos blandos. Posteriormente, como esa presión hace daño, cesa y el líquido vuelve antes de que se produzca el siguiente movimiento masticatorio. Solamente las fuerzas leves y de larga duración (unas 6 h diarias) son importantes a la hora de determinar si se ha conseguido un desequilibrio de fuerzas importante que pueda mover los dientes, lo que significa que si varía el equilibrio entre las presiones de la lengua y de los labios/mejillas cabe esperar un desplazamiento de los dientes.

Es muy fácil demostrar lo anterior. Por ejemplo, si una lesión de los tejidos blandos labiales da lugar a una cicatriz y una contractura, los incisivos adyacentes se desplazarán lingualmente por la tirantez de los labios (fig. 5-29). Por otra parte, si se elimina la presión restrictiva de los labios o las mejillas, los dientes se desplazan hacia fuera a causa de la no oposición a la presión lingual (fig. 5-30, A). Si la lengua aumenta de tamaño por un tumor o algún otro trastorno, se producirá un desplazamiento labial de los dientes, aunque los labios y las mejillas estén intactos, ya que se ha alterado el equilibrio (v. fig. 5-30, B).

Estas observaciones demuestran que, a diferencia de las fuerzas de masticación, la ligera presión mantenida de los labios, las mejillas y la lengua en reposo influyen notablemente en la posición dental. Sin embargo, parece poco probable que la presión intermitente y de corta duración creada cuando la lengua y los labios entran en contacto con los dientes durante la deglución o el habla tenga algún impacto significativo sobre la posición de los dientes. Como sucede con las fuerzas de



FIGURA 5-30 A. Esta paciente ha perdido una parte importante de la mejilla a causa de una infección tropical. Observe la protrusión exterior de los dientes en el lado afectado tras la pérdida de la fuerza restrictiva de la mejilla. B. Tras un ictus paralítico sufrido por este paciente, el borde de la lengua quedó apoyado contra los dientes posteriores izquierdos de la mandíbula. Antes del ictus, la oclusión era normal. El desplazamiento extremo que presenta este adulto se debió a la mayor presión lingual, que alteró el equilibrio. (A por cortesía del profesor J. P. Moss; B por cortesía del Dr. T. Wallen.)

TABLA 5-3

Posibles influencias en el equilibrio: magnitud y duración de la fuerza que actúa sobre los dientes durante su funcionamiento

Posible influencia sobre el equilibrio	Magnitud de la fuerza	Duración de la fuerza
Contactos con los dientes		
Masticación	Muy intensa	Muy breve
Deglución	Leve	Muy breve
Presión de los tejidos blandos de los labios, las mejillas y la lengua		
Deglución	Moderada	Breve
Habla	Leve	Muy breve
En reposo	Muy leve	Prolongada
Presiones externas		
Hábitos	Moderada	Variable
Ortodoncia	Moderada	Variable
Presiones intrínsecas		
Fibras del ligamento periodontal	Leve	Prolongada
Fibras gingivales	Variable	Prolongada

masticación, la presión tendría una magnitud suficiente como para mover un diente, pero no duraría el tiempo necesario (tabla 5-3).

Lo expuesto acerca del equilibrio se aplica igualmente al esqueleto, incluidos los huesos de la cara. Constantemente se producen alteraciones esqueléticas como respuesta a las exigencias funcionales, y esas alteraciones pueden amplificarse en circunstancias experimentales inusuales. Como explicamos en el capítulo 2, las apófisis óseas en las que se insertan los músculos están especialmente condicionadas por dichos músculos y por su lugar de inserción. La forma de la mandíbula está especialmente expuesta a esas alteraciones, debido a que depende en gran medida de la morfología de sus apófisis funcionales. La densidad de los huesos faciales (como la del esqueleto en general) aumenta cuando tiene que soportar un trabajo muy intenso, y disminuye en caso contrario.

Analicemos a continuación la influencia de la función en la etiología de la maloclusión y la deformidad dentofacial desde este punto de vista.

Función masticatoria

La función masticatoria puede influir significativamente en el desarrollo dentofacial de dos formas: 1) un mayor uso de los maxilares, con fuerzas de masticación más intensas y/o prolongadas, podría incrementar las dimensiones de los maxilares y los arcos dentales, o 2) un menor uso de las mandíbulas puede llevar a arcos dentales poco desarrollados y a dientes apiñados e irregulares, y la consiguiente disminución de la fuerza de masticación podría influir en el grado de erupción dental, así se

altera la altura de la parte inferior de la cara y las relaciones de sobremordida/mordida abierta.

Función y tamaño de la arcada dental

El tamaño y la forma de las apófisis musculares de los maxilares deberían reflejar el tamaño y la actividad musculares. Se observa un aumento de tamaño de los ángulos mandibulares en las personas con hipertrofia de los músculos elevadores mandibulares (fig. 5-31), así como cambios en la forma de las apófisis coronoideas en los niños que han sufrido alteraciones funcionales en los músculos temporales tras alguna lesión; por consiguiente, no cabe duda de que las apófisis musculares de los maxilares de los seres humanos se ven afectadas por la función muscular. La teoría del equilibrio sugiere asimismo que las fuerzas intensas e intermitentes que se producen durante la masticación apenas ejercen efectos directos sobre las posiciones de los dientes, por lo cual el tamaño de las arcadas dentales solo resultaría afectado por la función si aumentara la anchura de sus bases óseas. ¿Influye el grado de actividad masticatoria sobre la anchura de la base de las arcadas dentales?

Parece probable que las diferencias entre los grupos raciales reflejen en alguna medida las diferencias en su dieta y en el correspondiente esfuerzo masticatorio. La morfología craneofacial característica de los esquimales, con arcadas dentales muy anchas, puede explicarse como una adaptación a las extremas tensiones que tradicionalmente soportan sus maxilares y dientes, y algunos cambios en las dimensiones craneofaciales entre las civilizaciones antiguas y modernas se han atribuido a los cambios en sus dietas.²⁵ Diversos estudios llevados a cabo por antropólogos físicos indican que se producen cambios en la oclusión dental, y un aumento de la maloclusión, asociados con la transición de una dieta y una forma de vida primitivas a la dieta y la vida modernas, hasta el punto de que Corruccini considera que la maloclusión es una «enfermedad de la civilización».²⁶ En el contexto de las adaptaciones a los cambios en la dieta, parece probable que los cambios dietéticos hayan influido en el incremento actual de la maloclusión, incluso en unas pocas generaciones. Durante el desarrollo de un individuo en particular, las relaciones intermaxilares verticales se ven claramente afectadas por la actividad muscular (más adelante describiremos los efectos sobre la evolución de los dientes). No está tan claro si la masticación influye en el tamaño de las arcadas dentales y en la cantidad de espacio disponible para los dientes.²⁷

Experimentos con animales a los que se les han administrado dietas duras o blandas han demostrado que pueden producirse cambios morfológicos dentro de una misma generación alterando la consistencia de su dieta. Por ejemplo, cuando se cría un cerdo con una dieta blanda en lugar de utilizar una dieta normal, se observan cambios en la morfología y en la orientación de los maxilares en relación con el resto del esqueleto facial, así como en las dimensiones de las arcadas dentales.²⁸ En el caso de los seres humanos, si la consistencia de la dieta influyera en el tamaño de las arcadas dentales y en la cantidad de espacio disponible para los dientes al desarrollarse una persona, debería hacerlo a una edad temprana, ya que las dimensiones de las arcadas dentales quedan establecidas muy pronto. ¿Es posible que el esfuerzo masticatorio de un preadolescente influya de manera importante sobre las dimensiones de las arcadas dentales? Esto parece poco probable, aunque desconocemos todavía la relación exacta.

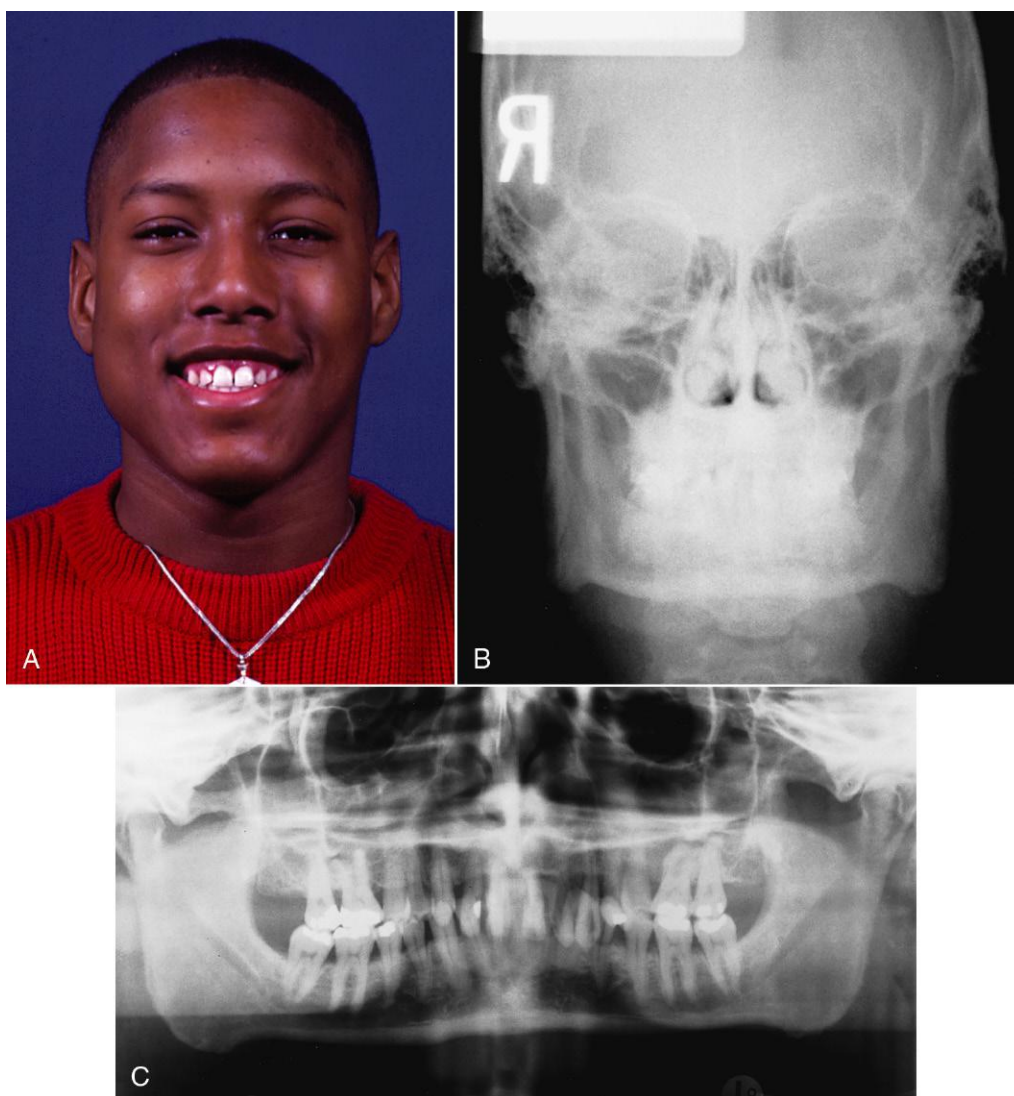


FIGURA 5-31 La hipertrofia de los músculos maseteros da lugar a una excesiva formación de hueso en los ángulos mandibulares, como cabría esperar en una zona ósea que responde a una inserción muscular. Obsérvese el ensanchamiento del hueso en los ángulos goniales, especialmente en el lado derecho de la cara.

Fuerza masticatoria y erupción

Los pacientes que presentan una sobremordida o una mordida abierta anterior excesivas suelen padecer infraerupción o supraerupción, respectivamente. Parece razonable pensar que el grado de erupción dental dependa de la fuerza que deben soportar durante su actividad. ¿Es posible que las diferencias en la fuerza muscular y, por consiguiente, en la fuerza de masticación influyan en la etiología de los problemas de acortamiento y alargamiento facial?

Hace algunos años se observó que los individuos de cara corta tenían fuerzas máximas de masticación mayores, y los individuos dolicofaciales menores, que los sujetos con dimensiones verticales normales. Trabajos más recientes han demostrado que las diferencias entre los individuos dolicofaciales y los de cara normal son estadísticamente muy significativas en lo que se refiere a los contactos oclusales durante la masticación, la masticación simulada y el mordisco máximo (fig. 5-32).²⁹ Esta asociación entre morfología facial y fuerza oclusal no demuestra que exista una relación causal. En los infrecuentes síndromes de debilidad

muscular anteriormente descritos, se produce una rotación posteroinferior de la mandíbula, acompañada de una erupción excesiva de los dientes posteriores, pero esto es casi una caricatura de la cara alargada (más frecuente) y no solo una extensión de la misma. Si existiesen pruebas de una menor fuerza oclusal en los niños que siguen el patrón de crecimiento dolicofacial, podría postularse una posible relación causal.

Es posible identificar un patrón de crecimiento dolicofacial en los niños prepuberales. La medición de las fuerzas oclusales en este grupo da un resultado sorprendente: no existen diferencias entre los niños dolicofaciales y los que tienen una cara normal, ni entre ambos grupos de niños y los adultos dolicofaciales.³⁰ En los tres grupos se miden unas fuerzas muy inferiores a las de los adultos normales (fig. 5-33), lo que parece indicar que las diferencias en las fuerzas oclusales surgen durante la pubertad, período en el que el grupo normal adquiere mayor fuerza de masticación y no así el grupo dolicofacial. Dado que el patrón de crecimiento dolicofacial se puede identificar antes de que aparezcan las diferencias en la fuerza oclusal, parece más probable

que las diferencias en la fuerza de masticación sean un efecto de la maloclusión y no la causa.

Estos hallazgos parecen sugerir que la fuerza que ejercen los músculos masticatorios no es un factor ambiental importante en el control de la erupción dental ni en la etiología de la mayoría de las maloclusiones. El efecto de la distrofia muscular y de otros síndromes relacionados demuestra que se pueden producir efectos

concretos sobre el crecimiento si la musculatura es anormal, pero que si dichos síndromes no existen no hay motivos para pensar que la fuerza de masticación de un paciente sea un factor determinante de importancia en el tamaño de los arcos dentales o en las dimensiones verticales de la cara.

Succión y otros hábitos

Casi todos los niños normales tienen actividad succionadora de un pulgar o un chupete sin intenciones alimenticias y, como regla general, los hábitos de succión durante los años de la dentición primaria tienen efectos escasos o nulos a largo plazo. Sin embargo, si dichos hábitos persisten después de que los dientes permanentes hayan empezado a erupcionar, puede producirse maloclusión, caracterizada por incisivos superiores abiertos y espaciados, incisivos inferiores desviados lingualmente, mordida abierta anterior y un arco superior estrecho (fig. 5-34). La maloclusión característica derivada de la succión se debe a una combinación entre la presión directa sobre los dientes y una alteración en el patrón de presiones de las mejillas y los labios en reposo.

Cuando un niño se mete el pulgar u otro dedo entre los dientes, suele colocarlo en un ángulo tal que comprime lingualmente los incisivos inferiores y labialmente los incisivos superiores (fig. 5-35). Pueden variar considerablemente los dientes afectados y el grado de afectación. Debido a la teoría del equilibrio, cabría esperar que el grado de desplazamiento dental guardara una relación más estrecha con el número de horas de succión diaria que con la magnitud de la presión. Los niños que se chupan el dedo con fuerza, pero de forma intermitente, pueden no presentar un gran desplazamiento (o ninguno), en tanto que otros,

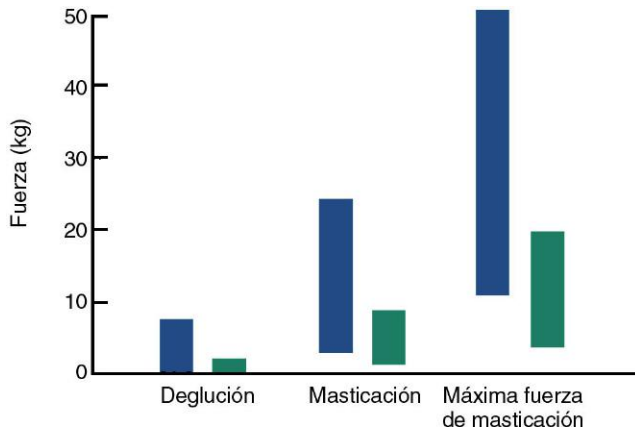


FIGURA 5-32 Comparación de la fuerza oclusal durante la deglución, la masticación simulada y el esfuerzo máximo con una separación molar de 2,5 mm en adultos con cara normal (azul) y alargada (verde). Se puede observar que los individuos normales desarrollan una mayor fuerza oclusal durante la deglución y la masticación, así como en el esfuerzo máximo. Las diferencias son estadísticamente muy significativas. (Tomado de Proffit WR, Fields HW, Nixon WL. J Dent Res 62:566-571, 1983.)

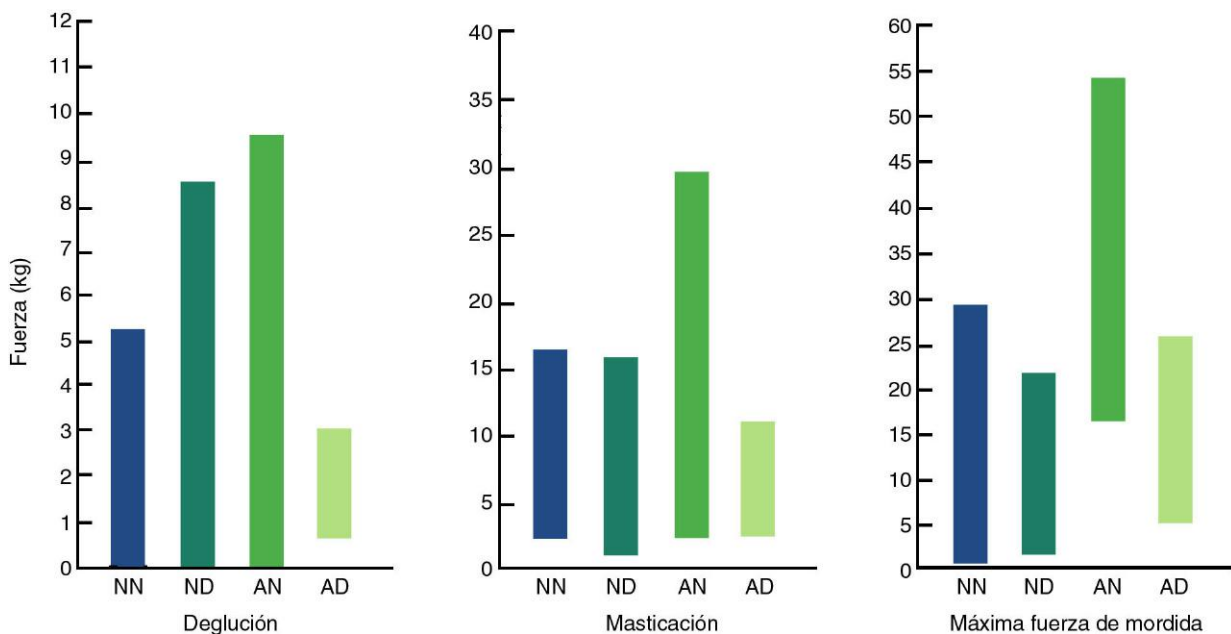


FIGURA 5-33 Comparación de las fuerzas oclusales entre niños con cara normal (NN, azul), niños dolico-faciales (ND, verde oscuro), adultos con cara normal (AN, verde medio) y adultos dolico-faciales (AD, verde claro). Los valores son similares para ambos grupos de niños y para los adultos dolico-faciales; los valores para los adultos normales son significativamente superiores a los de cualquiera de los otros tres grupos. De ello se deduce que las diferencias en las fuerzas oclusales en los adultos se deben a la incapacidad del grupo dolico-facial para adquirir fuerza durante la adolescencia, y no al propio alargamiento facial. (Tomado de Proffit WR, Fields HW, Nixon WL. J Dent Res 62:566-571, 1983.)

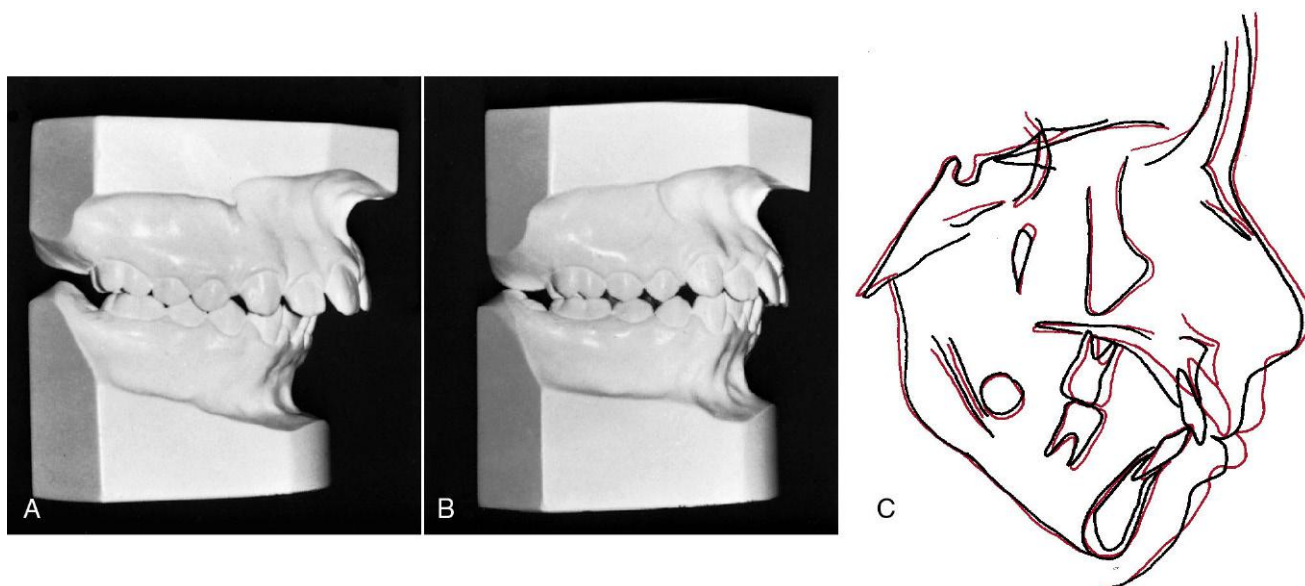


FIGURA 5-34 En estas dos gemelas idénticas, una se chupó el pulgar hasta la edad en que se registraron los datos ortodóncicos, a los 11 años, mientras que la otra no lo hizo. **A.** Relaciones oclusales en la niña que se chupaba el pulgar, y **(B)** en la que no. Obsérvese el aumento del resalte y del desplazamiento anterior de la dentición maxilar en la niña que se chupaba el pulgar. **C.** Registros cefalométricos superpuestos en la base del cráneo de las dos niñas. Como cabría esperar en dos gemelas idénticas, la morfología de la base del cráneo es igual en las dos. Obsérvese no solo el desplazamiento de la dentición maxilar, sino también del propio maxilar. (Por cortesía del Dr. T. Wallen.)



FIGURA 5-35 Un niño que se chupa el pulgar suele colocarlo de la forma que se aprecia en esta fotografía, provocando una presión que empuja lingualmente a los incisivos inferiores y labialmente a los superiores. Además, desplaza la mandíbula hacia abajo, proporcionando una oportunidad adicional para que erupcionen los dientes posteriores, y aumenta la presión de las mejillas, en tanto que la lengua desciende verticalmente y se aleja de los dientes posteriores superiores, alterando el equilibrio que controla las dimensiones transversales. Si el dedo se introduce asimétricamente, se puede alterar la simetría del arco dental.

en especial los que duermen con el pulgar u otro dedo entre los dientes durante toda la noche, pueden sufrir una maloclusión importante.

La relación entre la mordida abierta anterior y la succión del pulgar se debe a una combinación de la interferencia en la erupción normal de los incisivos y una erupción excesiva de los dientes posteriores. Cuando se mete el pulgar u otro dedo entre los dientes anteriores, la mandíbula debe descender para acomodarse a esa situación. El pulgar interpuesto impide directamente la erupción de los incisivos. Al mismo tiempo, la separación de los maxilares altera el equilibrio vertical sobre los dientes posteriores y, como resultado, la erupción de los dientes posteriores es mayor de la que se produciría en circunstancias normales. Debido a la geometría de los maxilares, 1 mm de elongación posterior abre la mordida anteriormente unos 2 mm, lo cual puede contribuir notablemente al desarrollo de una mordida abierta anterior (fig. 5-36).

Aunque durante la succión se crea una presión negativa en el interior de la boca, no hay razón para creer que esta sea responsable de la constricción del arco superior que suele acompañar al hábito de la succión. Por el contrario, parece razonablemente claro que el arco superior no se desarrolla a lo ancho por una alteración en el equilibrio entre la presión de las mejillas y la de la lengua. Si se introduce el pulgar entre los dientes, la lengua debe descender, con lo que disminuye la presión que ejerce la misma sobre la cara lingual de los dientes posteriores superiores, al mismo tiempo que se incrementa la presión de las mejillas sobre esos dientes al contraerse el buccinador durante la succión (fig. 5-37). La presión de las mejillas es máxima en las comisuras bucales, y es probable que esta sea la explicación de que el arco maxilar tienda

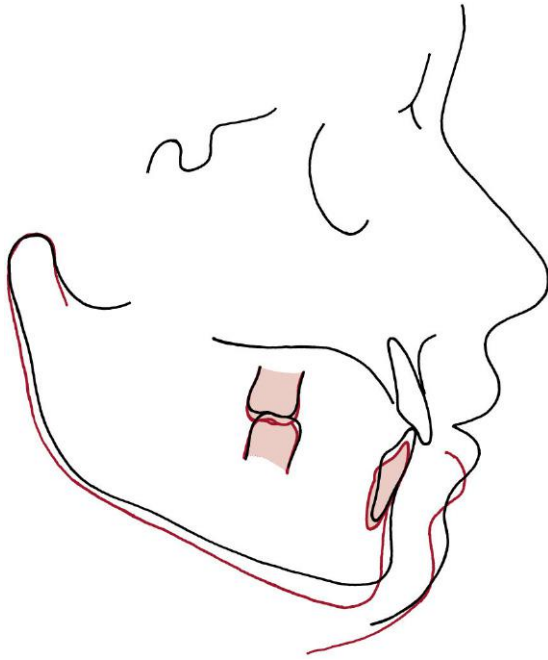


FIGURA 5-36 Registros cefalométricos que muestran los efectos de la erupción posterior sobre el grado de apertura anterior. La única diferencia entre los trazados rojo y negro consiste en que los primeros molares se han alargado 2 mm en el trazado rojo. Se puede observar que el resultado es una separación de 4 mm entre los incisivos, debido a la geometría de la mandíbula.

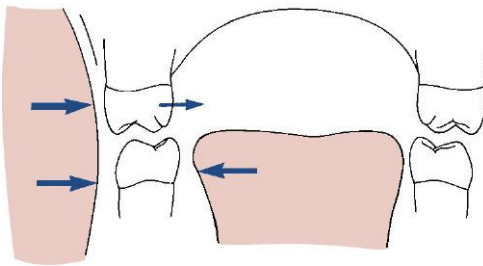


FIGURA 5-37 Representación esquemática de las presiones de los tejidos blandos en la región de los molares de un niño con el hábito de chuparse el dedo. Al descender la lengua y contraerse las mejillas durante la succión, se altera el equilibrio de presiones que actúan sobre los dientes superiores, y los molares superiores se desplazan lingualmente, pero no así los molares inferiores.

a adoptar forma de V, con una mayor constricción en los caninos que de los molares. Un niño que succiona con fuerza tendrá más posibilidades de desarrollar un arco superior estrecho que el niño que simplemente coloca su pulgar entre los dientes.

Es frecuente observar un desplazamiento leve de los incisivos primarios en los niños de 3 o 4 años que se chupan el pulgar, pero si dejan de hacerlo a esa edad, las presiones normales de los labios y las mejillas devuelven pronto a los dientes a sus posiciones habituales. Si el hábito persiste al comenzar a erupcionar los incisivos permanentes, el paciente puede requerir tratamiento ortodóncico para resolver el desplazamiento dental resultante. La constricción del arco maxilar es el aspecto de la maloclusión que menos probabilidades tiene de corregirse espontáneamente. En

muchos niños con antecedentes de chuparse el dedo, si se expande de forma transversal el arco maxilar, mejoran espontáneamente la protrusión de los incisivos y la mordida abierta anterior (v. capítulo 12). Por supuesto, no sirve de nada iniciar el tratamiento ortodóncico antes de que haya desaparecido el hábito.

La posibilidad de que un hábito pueda tener los mismos efectos que un aparato ortodóncico y alterar la posición de los dientes ha sido motivo de controversia por lo menos desde el primer siglo de la era cristiana; Celso recomendaba que un niño con un diente torcido presionara con el dedo para moverlo hacia su posición correcta. Basándose en nuestro concepto actual del equilibrio, cabría esperar que esta medida funcionara, pero únicamente si el niño presionara el diente con el dedo durante 6 o más horas cada día.

Este concepto nos permite también comprender mejor la forma en que el uso de un instrumento musical puede dar lugar al desarrollo de una maloclusión. Antiguamente, muchos clínicos sospechaban que los instrumentos de viento podían alterar la posición de los dientes anteriores, y algunos prescribían el uso de instrumentos musicales como parte del tratamiento ortodóncico. El clarinete, por ejemplo, podría incrementar el resalte debido a la forma en que se sujeta la lengüeta entre los incisivos; se podría considerar que este instrumento representa una causa potencial de maloclusión de clase II y también un dispositivo terapéutico para tratar la clase III. Para tocar algunos instrumentos de cuerda como el violín y la viola es necesario colocar la cabeza y el maxilar inferior en una postura determinada que influye en las presiones de la lengua y los labios/mejillas, y que podría producir asimetrías en la forma de las arcadas. Aunque en los músicos profesionales se observan estos tipos previsibles de desplazamiento de los dientes,³¹ incluso en este grupo los efectos no son muy llamativos, y apenas se aprecia ningún efecto en la mayoría de los niños.³² Parece bastante probable que las presiones labiales y linguales durante el uso de estos instrumentos son demasiado breves y no producen ninguna diferencia, excepto en los músicos con mayor dedicación.

¿Pueden los hábitos influir en el desarrollo de los maxilares? En la época de Edward Angle se creía que un «hábito del sueño», en el que el peso de la cabeza descansaba sobre el mentón, constituía una causa importante de maloclusión de clase II. Algunas asimetrías faciales se han atribuido al hábito de dormir siempre sobre un mismo lado de la cara e incluso a «hábitos de apoyo», como cuando un niño distraído apoya el lado de la cara sobre una mano para dormir en el pupitre. Sin embargo, las investigaciones actuales han demostrado que no es tan fácil alterar la forma básica del esqueleto facial como hacían suponer estas hipótesis. Los hábitos de succión superan con frecuencia el umbral de tiempo necesario para producir algún efecto sobre los dientes, pero incluso la succión prolongada tiene un impacto muy escaso sobre la forma subyacente de los maxilares. Tras un análisis concienzudo, se comprueba que casi todos los restantes hábitos tienen una duración tan breve que es muy poco probable que ejerzan efectos dentales, y mucho menos esqueléticos.

Protrusión lingual

Se ha dado mucha importancia a la lengua y a los hábitos linguales como posibles factores etiológicos en el desarrollo de maloclusión. El posible efecto perjudicial de la «deglución con



FIGURA 5-38 Aspecto típico de la «deglución con protrusión lingual», con la punta de la lengua colocada entre los incisivos y proyectándose hacia delante para contactar con el labio inferior elevado.

protrusión lingual» (fig. 5-38), definida como la colocación de la punta de la lengua anteriormente entre los incisivos durante la deglución, fue muy estudiado en los años cincuenta y sesenta.

Los estudios realizados en laboratorio indican que los individuos que adelantan la punta de la lengua al tragar no suelen aplicar más fuerza con la misma contra los dientes que los que la mantienen retrasada; de hecho, la presión lingual puede ser menor.³³ Por consiguiente, el término *protrusión lingual* es algo inapropiado, ya que implica que la lengua se proyecta anteriormente con fuerza. La deglución no es una conducta aprendida, pero está integrada y controlada fisiológicamente a niveles subconscientes; por consiguiente, cualquiera que sea el patrón de deglución, no puede ser considerado como un hábito en el sentido habitual. No obstante, sí es cierto que los individuos con maloclusión de mordida abierta anterior colocan la lengua entre los dientes anteriores al tragar, mientras que los que presentan relaciones incisales normales no suelen hacerlo, por lo que resulta muy tentador atribuir el problema de la mordida abierta a este patrón de actividad lingual.

Como se comentó en detalle en el capítulo 2, el patrón de deglución maduro o adulto puede observarse en algunos niños normales incluso a los 3 años de edad, pero en la mayoría no se aprecia hasta los 6 años y el 10-15% de la población no lo alcanza nunca. En los adultos, la deglución con empuje dental se parece superficialmente a la deglución de los lactantes (descrita en el capítulo 3), y a veces se afirma que los niños o los adultos que colocan la lengua entre los dientes anteriores conservan la deglución de los lactantes. Evidentemente, esto es incorrecto. Solo los niños con lesiones cerebrales mantienen un patrón de deglución verdaderamente infantil, en el que la parte posterior apenas interviene o no lo hace en absoluto.

Dado que antes de que desaparezca la protrusión de la lengua entre los incisivos tienden a desarrollarse movimientos coordinados de la lengua posterior y de elevación de la mandíbula, lo que se denomina «protrusión lingual», en los niños pequeños suele ser una etapa normal de transición en la deglución. Durante la transición entre la deglución infantil y el patrón adulto cabe esperar que un niño pase por una etapa en la que la deglución se caracterice por una actividad muscular que junta los labios, separa los dientes posteriores y protruye la lengua entre los

dientes. Esta es también la descripción de la deglución con protrusión lingual clásica. Cuando un niño tiene el hábito de la succión, podemos esperar que se produzca un retraso en la transición a una deglución normal.

Si existe mordida abierta anterior y/o protrusión de los incisivos superiores, como suele suceder en los hábitos de succión, resulta más difícil cerrar la parte anterior de la boca durante la deglución para evitar que se escapen los alimentos o los líquidos. La unión de los labios y la colocación de la lengua entre los dientes anteriores separados permiten formar un precinto anterior y cerrar la boca por delante. En otras palabras, la deglución con protrusión lingual es una adaptación fisiológica muy útil en caso de resalte y de mordida abierta, y casi todos los individuos que tienen una mordida abierta tragan protruyendo la lengua, pero no sucede lo mismo a la inversa; los niños con una buena oclusión anterior suelen presentar protrusión de la lengua entre los dientes anteriores durante la deglución. Una vez abandonado el hábito de la succión, la mordida abierta anterior tiende a cerrarse espontáneamente, pero la posición de la lengua entre los dientes anteriores persiste durante algún tiempo, mientras se cierra la mordida abierta. Hasta que no desaparezca la mordida abierta, sigue siendo necesario crear un cierre anterior con la punta de la lengua.

En resumen, se considera actualmente que la deglución con protrusión dental puede aparecer fundamentalmente en dos situaciones: en niños pequeños con oclusión razonablemente normal, en los que solo representa una etapa de transición en la maduración fisiológica normal, y en individuos de cualquier edad con incisivos desplazados, en los que aparece como una adaptación al espacio que existe entre los dientes. La presencia de un gran resalte (a menudo) y de mordida abierta anterior (casi siempre) obliga al niño o al adulto a colocar la lengua entre los dientes anteriores. Por consiguiente, es más probable que la deglución con protrusión dental sea el resultado del desplazamiento de los incisivos, y no su causa. Por supuesto, de ello se deduce que la corrección de la posición de los dientes debería inducir un cambio en el patrón de deglución, como suele ocurrir en realidad. No es necesario ni deseable tratar de enseñar al paciente a tragar de una forma diferente antes de iniciar el tratamiento ortodóncico.

Ello no quiere decir que la lengua no tenga un papel etiológico en el desarrollo de la maloclusión de mordida abierta. Según la teoría del equilibrio, la presión ligera, pero mantenida, que ejerce la lengua sobre los dientes debería tener efectos significativos. La deglución con protrusión lingual es demasiado breve como para tener algún impacto sobre la posición de los dientes. La presión que ejerce la lengua sobre los dientes durante la deglución típica dura aproximadamente 1 s. Un individuo normal traga unas 800 veces al día mientras está despierto y solo lo hace unas cuantas veces por hora mientras duerme. Por consiguiente, la cantidad diaria total no suele pasar de las 1.000 degluciones. Por supuesto, 1.000 s de presión solo representan unos cuantos minutos, insuficientes para alterar el equilibrio.

Por otra parte, si un paciente deja reposar la lengua en una posición anterior, la duración de esa leve presión podría alterar la posición vertical u horizontal de los dientes. En ocasiones, la protrusión de la punta de la lengua va asociada a una alteración de la postura lingual. Si la posición de la cual parte la lengua para realizar el movimiento difiere de la posición normal, de forma que el patrón de presiones en reposo también es diferente, es

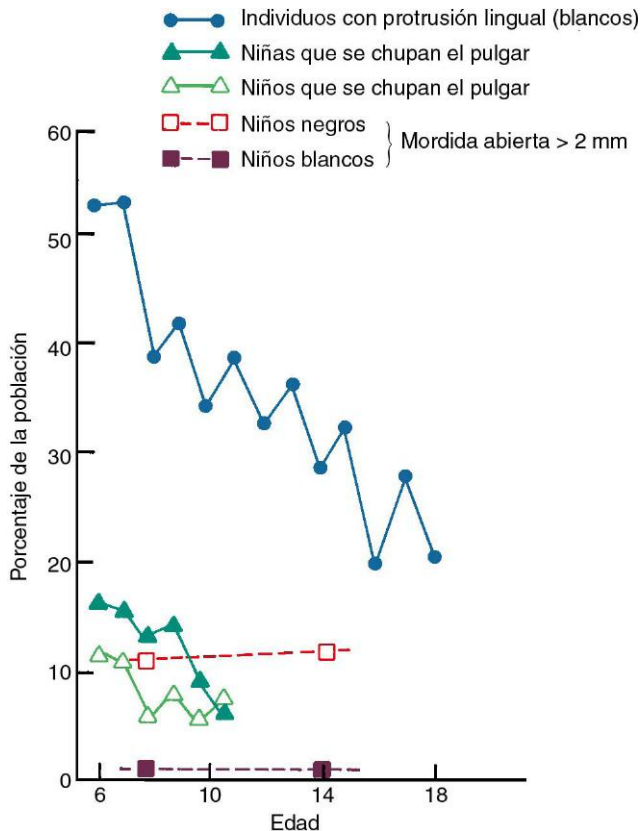


FIGURA 5-39 Prevalencia de la mordida abierta anterior, la succión del pulgar y la deglución con protrusión lingual en función de la edad. La mordida abierta es más frecuente entre los individuos de raza negra que entre los blancos. Se puede observar que la prevalencia de la mordida abierta anterior es mucho menor a cualquier edad que la de la deglución con protrusión lingual y la de la succión del pulgar. (Datos tomados de Fletcher SG, Casteel RL, Bradley DP. *J Speech Hear Disord* 26:201-208, 1961; Kelly JE, et al. *DHEW Pub No [HRA] 77-144*, 1977.)

probable que afecte a los dientes, mientras que si la postura es normal, la deglución con protrusión de la lengua carecerá de consecuencias clínicas.

Tal vez se comprenda mejor este punto comparando el número de niños que presentan maloclusión de mordida abierta anterior con el de niños de la misma edad con deglución con protrusión lingual. Como se puede ver en la figura 5-39, el número de niños mayores de 6 años que presentan deglución con protrusión dental es unas 10 veces mayor que el de los que tienen mordida abierta anterior. Por tanto, no existen motivos para pensar que la deglución con protrusión lingual siempre implique que está alterada la posición de reposo y que se producirá maloclusión. En un niño con mordida abierta, la postura de la lengua puede ser un factor adicional, pero no así la deglución.

Patrón respiratorio

Dado que las necesidades respiratorias son el principal factor determinante de la postura de los maxilares y la lengua (y de la propia cabeza en menor medida), parece muy razonable que

un patrón respiratorio alterado, como respirar por la boca en vez de hacerlo por la nariz, pueda modificar la postura de la cabeza, los maxilares y la lengua. Todo ello podría alterar a su vez el equilibrio de las presiones que actúan sobre los maxilares y los dientes e influir en el crecimiento y en la posición de unos y otros. Para poder respirar por la boca, es necesario deprimir la mandíbula y la lengua y extender (inclinarse hacia atrás) la cabeza. Si se mantuviesen estos cambios posturales, aumentaría la altura de la cara y los dientes posteriores erupcionarían en exceso; a no ser que se produjera un crecimiento vertical inusual de la rama mandibular, la mandíbula rotaría hacia abajo y hacia atrás, abriendo la mordida anteriormente y aumentando el resalte, con lo que la mayor presión ejercida por las mejillas estiradas podría llegar a estrechar el arco dental superior.

Es este el tipo de maloclusión que con mayor frecuencia se asocia a la respiración bucal (obsérvese su parecido con el patrón atribuido también a los hábitos de succión y a la deglución con protrusión lingual). Esta asociación se conoce desde hace muchos años: la denominación *facies adenoidea*, muy descriptiva, ha aparecido en la literatura anglosajona desde hace un siglo o más (fig. 5-40). Desgraciadamente, las relaciones entre la respiración bucal, la alteración postural y el desarrollo de la maloclusión no son tan claras como podría parecer a primera vista en función del resultado teórico de cambiar a la respiración bucal.³⁴ Estudios experimentales realizados recientemente solo han permitido aclarar la situación en parte.

Al analizar este punto, conviene saber antes que, aunque los seres humanos respiran fundamentalmente por la nariz, todos respiramos parcialmente por la boca en determinadas circunstancias fisiológicas, y la más importante de ellas es el aumento de las necesidades de aire durante el ejercicio. Un individuo normal pasa a respirar parcialmente por la boca cuando alcanza un intercambio ventilatorio superior a los 40-45 l/min. Si el esfuerzo es máximo, se necesitan 80 l/min de aire o más, y aproximadamente la mitad de esa cantidad se obtiene por la boca. En reposo, el flujo respiratorio mínimo es de 20-25 l/min, si bien una concentración mental muy intensa e incluso la conversación normal provocan un aumento del flujo respiratorio y el paso a la respiración bucal parcial.

En condiciones de reposo, para respirar por la nariz se requiere más esfuerzo que para hacerlo por la boca: los tortuosos conductos nasales representan una resistencia al flujo respiratorio mientras cumplen su función de alentar y humidificar el aire inspirado. El mayor trabajo que supone la respiración nasal es fisiológicamente aceptable hasta cierto punto; de hecho, la respiración es más eficaz cuando existe una ligera resistencia en el sistema. Si la nariz está obstruida parcialmente, aumenta el trabajo para respirar por la misma, y al llegar a un nivel determinado de resistencia al flujo respiratorio, el individuo cambia a la respiración bucal parcial. Este punto de inflexión varía de unos individuos a otros, pero suele alcanzarse a unos niveles de resistencia de unos 3,5-4 cmH₂O/l/min.³⁵ La inflamación de la mucosa nasal que suele producirse en los resfriados comunes hace que todos respiremos en ocasiones por la boca en reposo utilizando este mecanismo.

La inflamación prolongada de la mucosa nasal que se observa en las alergias o en las infecciones crónicas puede dar lugar a una obstrucción respiratoria crónica. Esta también se puede producir por una obstrucción mecánica en cualquier nivel del aparato nasorrespiratorio, desde los orificios nasales hasta las

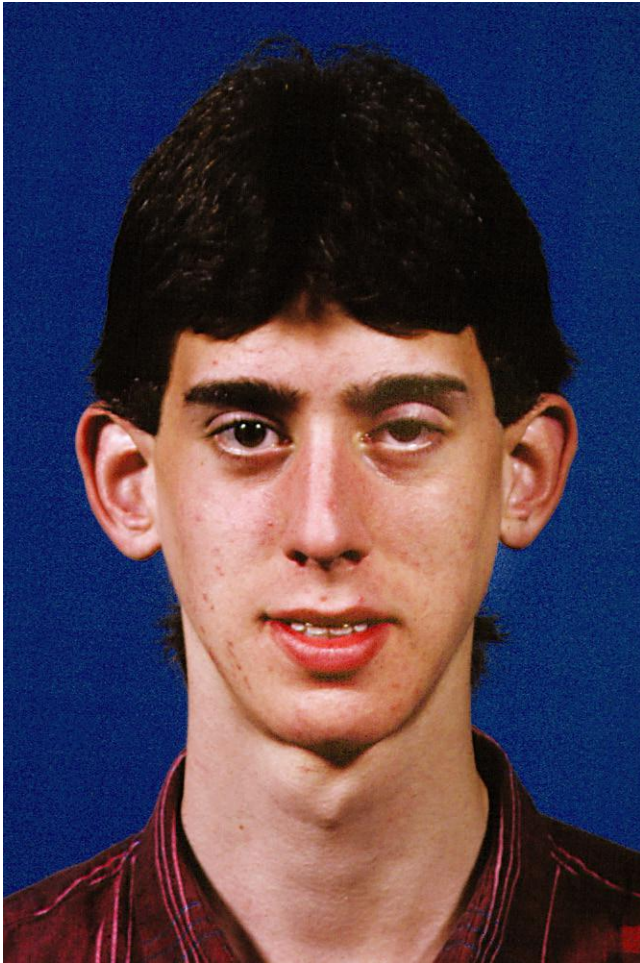


FIGURA 5-40 La «facies adenoidea» clásica, consistente en dimensiones transversales estrechas, dientes protruyentes y labios separados en reposo, ha sido atribuida con frecuencia a la respiración bucal. Dado que es perfectamente posible respirar por la nariz con los labios separados, creando simplemente un cierre oral posterior con el paladar blando, el aspecto facial no es diagnóstico del tipo de respiración. Se ha comprobado en estudios muy minuciosos que muchos pacientes con este tipo facial no respiran necesariamente por la boca.

coanas posteriores. En condiciones normales, el factor que limita el flujo respiratorio nasal es el tamaño de los orificios nasales. Normalmente, los niños tienen amígdalas faríngeas o adenoides de gran tamaño, y una obstrucción parcial producida por las mismas puede contribuir a la respiración bucal a esas edades. Los individuos que padecen obstrucción nasal crónica pueden seguir respirando parcialmente por la boca, incluso después de haber desaparecido la obstrucción. En este sentido, es posible considerar a veces la respiración bucal como un hábito.

Si la respiración tuviese algún efecto sobre los maxilares y los dientes, sería por medio de un cambio de postura que alterase secundariamente las presiones prolongadas que ejercen los tejidos blandos. Experimentos realizados con seres humanos han demostrado que la obstrucción nasal va acompañada de un cambio de postura. Por ejemplo, cuando la nariz queda completamente bloqueada, se produce un cambio inmediato de unos 5° en el

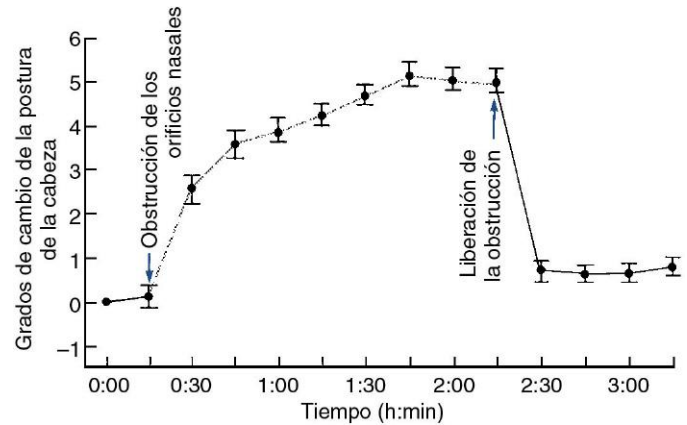


FIGURA 5-41 Datos de un experimento realizado con estudiantes de Odontología que muestran los cambios inmediatos que se producen en la postura de la cabeza cuando se bloquean totalmente los orificios nasales: la cabeza se inclina hacia atrás unos 5° y aumenta la separación entre los maxilares. Cuando se alivia la obstrucción, la cabeza recupera su posición original. (Tomado de Vig PS, Showfety KJ, Phillips C. *Am J Orthod* 77:258-268, 1980.)

ángulo craneovertebral (fig. 5-41). El maxilar y la mandíbula se separan, tanto por la elevación del primero al extenderse la cabeza, como por la depresión de la segunda. En los experimentos realizados, cuando se elimina la obstrucción nasal, se recupera inmediatamente la postura original. Sin embargo, esta respuesta fisiológica también se observa en individuos que ya presentan alguna obstrucción nasal, lo que indica que puede no deberse totalmente a las demandas respiratorias.

Los experimentos clásicos de Harvold realizados con monos en crecimiento demuestran que la obstrucción total de los orificios nasales durante un período de tiempo prolongado da lugar a maloclusión en esta especie, pero no del tipo que habitualmente se asocia a la respiración bucal en los seres humanos.³⁶ En lugar de ello, los monos tienden a desarrollar algún grado de prognatismo mandibular, aunque su respuesta es muy variable. Al valorar estos experimentos, conviene recordar que la respiración bucal es completamente antinatural en los monos, que morirían si se obstruyesen bruscamente sus conductos nasales. Para poder realizar estos experimentos fue necesario obstruir sus fosas nasales de forma gradual, dando a los animales la oportunidad de aprender a sobrevivir respirando por la boca. La variedad de las respuestas observadas en los monos parece indicar que el tipo de maloclusión depende fundamentalmente del patrón de adaptación de cada animal.

La obstrucción nasal total también es muy rara en los seres humanos. Solo existen unos pocos casos bien documentados de crecimiento facial en niños con obstrucción nasal total prolongada, pero parece ser que el patrón de crecimiento varía en esas circunstancias de la forma que era de esperar (fig. 5-42). Dada la influencia de la obstrucción nasal total en los seres humanos, la cuestión clínica más importante es si la obstrucción nasal parcial, como la que se observa ocasionalmente durante poco tiempo en todo individuo y de forma crónica en algunos niños, puede dar lugar a maloclusión, o más exactamente, ¿qué punto tiene que alcanzar la obstrucción parcial para ser clínicamente significativa?

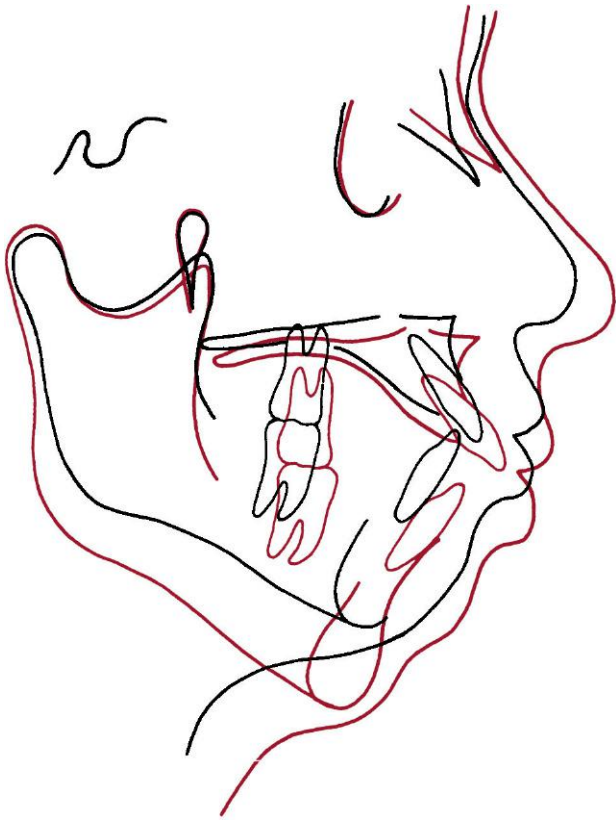


FIGURA 5-42 Superposición cefalométrica que permite apreciar el efecto de obstrucción nasal total producido por una operación de colgajo faríngeo (para mejorar el habla en un caso de paladar hendido) que más adelante cerró la cavidad nasal. Entre los 12 (*negro*) y los 16 años (*rojo*), la mandíbula rotó hacia abajo y hacia atrás, al tiempo que el paciente crecía considerablemente. (Reproducido a partir de McNamara JA. Angle Orthod 51:269-300, 1981.)

Esta pregunta no tiene una respuesta fácil, debido fundamentalmente a que resulta difícil establecer cuál es el patrón respiratorio de los seres humanos en un momento determinado. Los investigadores tienden a equiparar la separación de los labios en reposo con la respiración bucal (v. fig. 5-40), lo que sencillamente no es cierto. Una persona puede respirar perfectamente por la nariz teniendo los labios separados. Para hacerlo, solo tiene que sellar la boca colocando la lengua contra el paladar. Dado que es normal que los niños separen algo los labios en reposo (incompetencia labial), muchos de los que parecen respirar por la boca no lo hacen en realidad.

Las sencillas pruebas clínicas para valorar la respiración bucal también pueden ser engañosas. La mucosa nasal está muy vascularizada y experimenta ciclos de congestión sanguínea y retracción. Estos ciclos se alternan entre ambos orificios nasales: cuando uno está despejado, el otro suele estar algo obstruido. Ese es el motivo de que las pruebas clínicas para determinar si un paciente puede respirar libremente por ambos orificios nasales den casi siempre resultados negativos y muestren que uno está al menos parcialmente obstruido. La obstrucción parcial de un orificio nasal no debe interpretarse como un problema para una respiración nasal normal.

El único método fiable para cuantificar la respiración bucal consiste en determinar qué parte del flujo respiratorio total pasa por la nariz y qué parte lo hace por la boca, para lo cual se precisan instrumentos especiales que midan simultáneamente los flujos respiratorios nasal y oral. Se puede así calcular el porcentaje de respiración nasal o bucal (cociente nasal/bucal) para el tiempo que el individuo puede tolerar la monitorización continua. Parece obvio que la definición de respiración bucal debe basarse en un determinado porcentaje mantenido durante un tiempo dado, pero a pesar de los muchos años de esfuerzos aún no se ha establecido esa definición.

Los mejores datos experimentales sobre la relación entre maloclusión y respiración bucal proceden de estudios sobre el cociente nasal/bucal en niños normales y dolicofaciales.³⁷ Esta relación no es ni mucho menos tan clara como parece predecir la teoría. Conviene representar los datos tal como se hace en la figura 5-43, en la que se puede ver que los niños normales y los dolicofaciales suelen respirar predominantemente por la nariz en las condiciones del laboratorio. Una pequeña parte de los dolicofaciales presentaban menos de un 40% de respiración bucal, mientras que ninguno de los normales presentaba porcentajes nasales tan bajos. El estudio en dolicofaciales adultos da resultados muy parecidos: el número de individuos con signos de obstrucción nasal es mayor que entre la población normal, pero la mayoría no respira por la boca, en el sentido de una respiración predominantemente bucal.

Parece razonable suponer que los niños que requieren adenoidectomía y/o amigdalectomía por razones médicas o los diagnosticados de alergias nasales crónicas presentarán algún grado de obstrucción nasal. Estudios realizados con niños suecos sometidos a adenoidectomía demostraron que los niños adenoidectomizados tenían, por término medio, una altura facial anterior significativamente mayor que los controles (fig. 5-44). También se observaba una tendencia a la constricción maxilar y a incisivos más enderezados.³⁸ Además, al realizar el seguimiento postratamiento de los niños adenoidectomizados, se observaba que tendían a acercarse de nuevo a la media del grupo de control, aunque las diferencias continuaban manteniéndose (fig. 5-45). Se han observado diferencias similares con respecto a los grupos de control en otros grupos sometidos a adenoidectomía y/o amigdalectomía.³⁹

Aunque las diferencias entre los niños sanos y los alérgicos o adenoidectomizados son estadísticamente significativas y evidentes, lo cierto es que no son muy acentuadas. La altura facial era por término medio unos 3 mm mayor en el grupo de los adenoidectomizados. Por tanto, las investigaciones realizadas a este respecto parecen haber permitido establecer dos principios opuestos, dejando una gran zona de incertidumbre entre ambos: 1) es muy probable que la obstrucción nasal completa altere el patrón de crecimiento y dé lugar a maloclusiones en animales experimentales y en seres humanos, y que los individuos con un elevado nivel de respiración bucal sean más numerosos entre la población dolicofacial, y 2) sin embargo, casi ninguno de los individuos con el patrón de deformidad dolicofacial presentan signos de obstrucción nasal, por lo que debe existir algún otro factor etiológico que sea la causa principal de este problema. Tal vez las alteraciones posturales que se asocian a una obstrucción nasal parcial y el moderado aumento en el porcentaje de respiración bucal no basten por sí solos para dar lugar a maloclusión severa. En pocas palabras, la respiración bucal puede contribuir

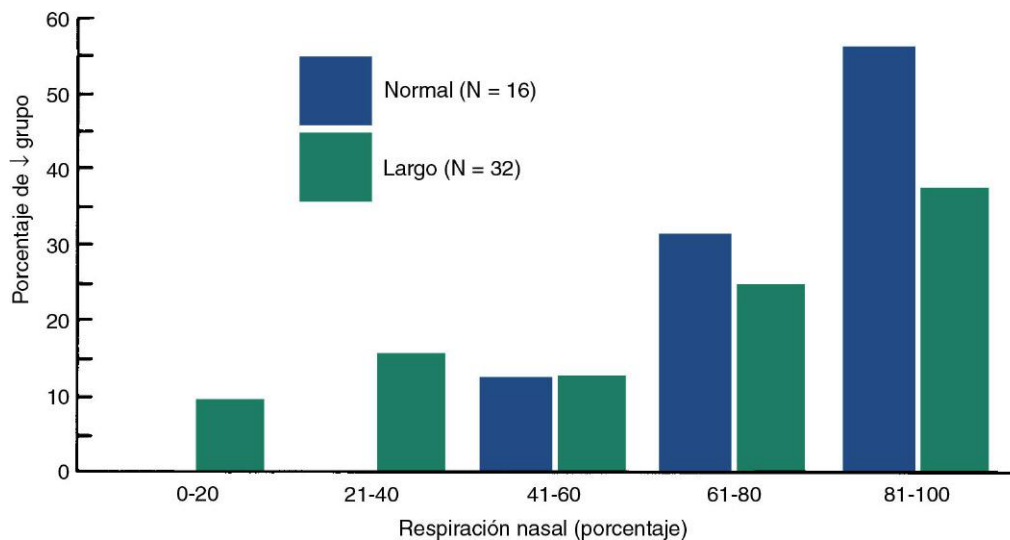


FIGURA 5-43 Comparación de los porcentajes de respiración nasal entre adolescentes dolicofaciales y adolescentes normofaciales. Casi una tercera parte de los individuos dolicofaciales tenían menos del 50% de respiración nasal, mientras que ninguno de los normofaciales presentaba un porcentaje nasal tan bajo. Sin embargo, casi todos los adolescentes dolicofaciales respiraban predominantemente por la nariz. Estos datos sugieren que la alteración de la respiración nasal puede contribuir al desarrollo de un patrón dolicofacial, pero sin ser la única causa ni la principal. (Datos reproducidos a partir de Fields HW, Warren DW, Black K, et al. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 99:147-154, 1991.)

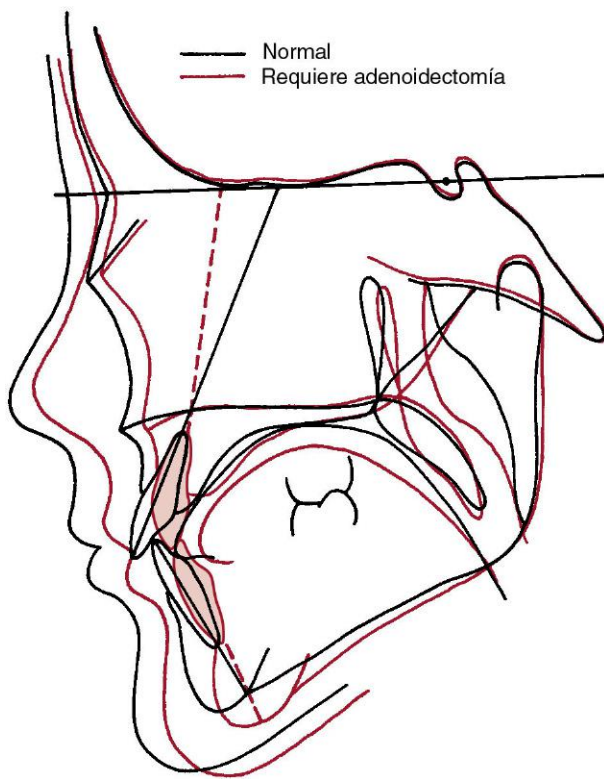


FIGURA 5-44 Registros cefalométricos compuestos (media) correspondientes a un grupo de niños suecos que necesitaron adenoidectomía por razones médicas, comparados con los de un grupo de controles normales. El primer grupo presentaba una altura facial anterior mayor y un ángulo del plano mandibular más abrupto que los controles, pero las diferencias no eran excesivas. (Tomado de Linder-Aronson S. *Acta Otolaryngol Scand [suppl]*:265, 1970.)

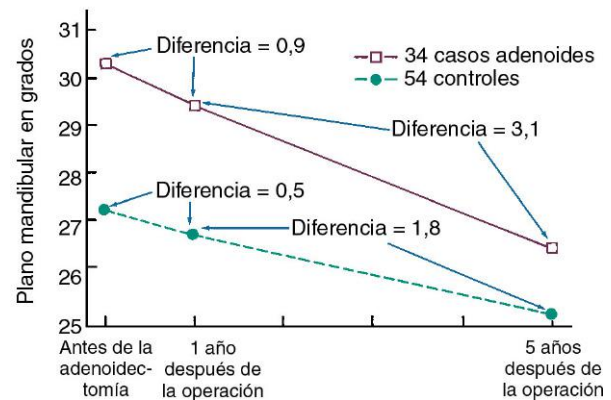


FIGURA 5-45 Comparación del ángulo del plano mandibular en un grupo de niños postadenoidectomizados con un grupo de controles normales. Se aprecia que las diferencias que existían en el momento de la adenoidectomía disminuyeron, pero sin llegar a desaparecer por completo. (Tomado de Linder-Aronson S. In: Cook JT, ed. *Transactions of the Third International Orthodontic Congress*. St. Louis: Mosby; 1975.)

al desarrollo de problemas ortodóncicos, pero no se puede decir que sea un factor etiológico frecuente.

Es interesante considerar la cara opuesta de esta relación: ¿puede la maloclusión provocar obstrucción respiratoria? Se ha reconocido recientemente que la apnea del sueño es un problema más frecuente de lo que se pensaba, y parece ser que la deficiencia mandibular puede contribuir a su aparición (v. capítulo 18). No obstante, su etiología no depende exclusivamente de la morfología orofacial; la obesidad, la edad/sexo y las características cefalométricas, en este orden, también parecen importantes.⁴⁰

PERSPECTIVA ETIOLÓGICA ACTUAL

Parte de la filosofía de los primeros ortodoncistas estaba basada en su creencia en la perfectibilidad del ser humano. Edward Angle y sus contemporáneos, influidos por la idea que se solía tener hace un siglo acerca de los pueblos primitivos, daban por sentado que la maloclusión era una enfermedad de la civilización y la achacaban a un uso inadecuado de los maxilares derivado de las modernas condiciones «degeneradas». Un objetivo importante de sus métodos terapéuticos consistía en conseguir modificar la función de los maxilares para lograr un crecimiento adecuado y mejorar las proporciones faciales, objetivo que, por desgracia, no era fácil de conseguir.

En la primera parte del siglo xx se desarrolló con rapidez la genética clásica (mendeliana) y un nuevo concepto de la maloclusión reemplazó gradualmente al anterior. Este nuevo concepto consistía en que la maloclusión es fundamentalmente el resultado de las proporciones faciales heredadas, que pueden verse ligeramente alteradas por variaciones ambientales, traumatismos o alteraciones funcionales, pero que quedan establecidas básicamente en el momento de la concepción. Si esto fuera cierto, las posibilidades del tratamiento ortodóncico también serían bastante limitadas. La función del ortodoncista consistiría en adaptar la dentición a las estructuras faciales existentes, con escasas posibilidades de inducir cambios subyacentes.

En los años ochenta se recuperó con entusiasmo el concepto anterior, al comprobarse que la herencia no permitía explicar la mayoría de las variaciones en la oclusión y en las proporciones de los maxilares y que las nuevas teorías sobre el control del crecimiento indicaban de qué forma podrían actuar las influencias ambientales para alterar la postura de las estructuras faciales. Se recuperó y se potenció la antigua idea de que el desarrollo de la maloclusión estaba relacionado con la función de los maxilares, basándose tanto en las pruebas que existían en contra de la simple herencia como en el mayor optimismo sobre las posibilidades de modificar el esqueleto humano. Las aplicaciones clínicas propuestas, que en algunos casos no han sido afortunadas, reflejaban un exagerado optimismo acerca de las posibilidades de expandir los arcos dentales y modificar el crecimiento.

Con la llegada del siglo xxi parece estar imponiéndose un concepto más equilibrado. Las investigaciones en curso han refutado la teoría simplista de que la maloclusión es consecuencia de la herencia, con independencia de las características dentales y faciales, pero sus resultados han demostrado también que no existen explicaciones simples para una maloclusión basadas en la función bucal. Ni la respiración bucal, ni la protrusión lingual, ni la dieta blanda, ni la postura para dormir pueden considerarse como la única causa (ni siquiera la causa más importante) de la mayoría de las maloclusiones. En esta misma línea, es justo señalar que las investigaciones realizadas aún no han permitido aclarar el papel exacto de la herencia como factor etiológico en la maloclusión. En la actualidad, se han podido establecer la heredabilidad relativamente alta de las dimensiones craneofaciales y la heredabilidad relativamente baja de las variaciones de los arcos dentales, pero sigue sin conocerse el impacto que ello pueda tener en la etiología de las maloclusiones que presentan componentes esqueléticos y dentales. Es difícil llegar a con-

clusiones sobre la etiología de los problemas ortodóncicos, en especial porque es probable que se deban a la interrelación de diversos factores. Por lo menos, ahora somos más conscientes de lo mucho que todavía ignoramos sobre la etiología de los problemas ortodóncicos.

Bibliografía

- Moore ES, Ward RE, Jamison PL, et al. New perspectives on the face in fetal alcohol syndrome: what anthropometry tells us. *Am J Med Genet* 109:249-260, 2002.
- Naidoo S, Norval G, Swanevelder S, et al. Foetal alcohol syndrome: a dental and skeletal age analysis of patients and controls. *Eur J Orthod* 28:247-253, 2006.
- Dupé V, Pellerin I. Retinoic acid receptors exhibit cell-autonomous functions in cranial neural crest cells. *Dev Dyn* 238:2701-2711, 2009.
- Macaya D, Katsanis SH, Hefferon TW, et al. A synonymous mutation in TCOF1 causes Treacher Collins syndrome due to mis-splicing of a constitutive exon. *Am J Med Genet A* 149:1624-1627, 2009.
- Johnston MC, Bronsky PT. Abnormal craniofacial development: an overview. *Crit Rev Oral Biol Med* 6:368-422, 1995.
- Tessier P. Anatomical classification of facial, craniofacial and latero-facial clefts. *J Maxillofac Surg* 4:69-92, 1976.
- Shaw GM, Carmichael SL, Vollset SE. Mid-pregnancy cotinine and risks of orofacial clefts and neural tube defects. *J Pediatr* 154:17-19, 2009.
- Li Z, Liu J, Ye R, et al. Maternal passive smoking and risk of cleft lip with or without cleft palate. *Epidemiology* 21:240-242, 2010.
- Turvey TA, Vig KWL, Fonseca RJ. *Facial Clefts and Craniosynostosis: Principles and Management*. Philadelphia: WB Saunders; 1996.
- Suri S, Ross RB, Tompson BD. Craniofacial morphology and adolescent facial growth in Pierre Robin sequence. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:763-774, 2010.
- Yu CC, Wong FH, Lo LJ, et al. Craniofacial deformity in patients with uncorrected congenital muscular torticollis: an assessment from three-dimensional computed tomography imaging. *Plast Reconstr Surg* 113:24-33, 2004.
- Kiliaridis S, Katsaros C. The effects of myotonic dystrophy and Duchenne muscular dystrophy on the orofacial muscles and dentofacial morphology. *Acta Odontol Scand* 56:369-374, 1998.
- Obwegeser HL. *Mandibular Growth Anomalies*. Berlin: Springer-Verlag; 2000.
- Fleseriu M, Delashaw JB Jr, Cook DM. Acromegaly: a review of current medical therapy and new drugs on the horizon. *Neurosurg Focus* 29:E15, 2010.
- Stockard CR, Johnson AL. *Genetic and Endocrinic Basis for Differences in Form and Behavior*. Philadelphia: The Wistar Institute of Anatomy and Biology; 1941.
- Chung CS, Niswander JD, Runck DW, et al. Genetic and epidemiologic studies of oral characteristics in Hawaii's schoolchildren. II. Malocclusion. *Am J Human Genet* 23:471-495, 1971.
- Townsend G, Hughes T, Bockmann M, et al. How studies of twins can inform our understanding of dental morphology. *Front Oral Biol* 13: 136-141, 2009.
- Hughes T, Thomas C, Richards L, et al. A study of occlusal variation in the primary dentition of Australian twins and singletons. *Arch Oral Biol* 46:857-864, 2001.
- Corruccini RS, Sharma K, Potter RHY. Comparative genetic variance and heritability of dental occlusal variables in U.S. and northwest Indian twins. *Am J Phys Anthropol* 70:293-299, 1986.
- Harris EF, Johnson MG. Heritability of craniometric and occlusal variables: a longitudinal sib analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 99:258-268, 1991.
- Johannsdottir B, Thorarinsson F, Thordarson A, et al. Heritability of craniofacial characteristics between parents and offspring estimated from lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 127:200-207, 2005.

22. Suzuki A, Takahama Y. Parental data used to predict growth of craniofacial form. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 99:107-121, 1991.
23. Cruz RM, Krieger H, Ferreira R, et al. Major gene and multifactorial inheritance of mandibular prognathism. *Am J Med Genet A* 146A:71-77, 2008.
24. Bui C, King T, Proffit W, et al. Phenotypic characterization of Class III patients. *Angle Orthod* 76:564-569, 2006.
25. Larsen CS. *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge: Cambridge University Press; 1997.
26. Corruccini RS. Anthropological aspects of orofacial and occlusal variations and anomalies. In: Kelly MA, Larsen CS, eds. *Advances in Dental Anthropology*. New York: Wiley-Liss; 1991.
27. Kiliaridis S. Masticatory muscle influence on craniofacial growth. *Acta Odontol Scand* 53:196-202, 1995.
28. Ciochon RL, Nisbett RA, Corruccini RS. Dietary consistency and craniofacial development related to masticatory function in minipigs. *J Craniofac Genet Dev Biol* 17:96-102, 1997.
29. Proffit WR, Fields HW, Nixon WL. Occlusal forces in normal and long face adults. *J Dent Res* 62:566-571, 1983.
30. Proffit WR, Fields HW. Occlusal forces in normal and long face children. *J Dent Res* 62:571-574, 1983.
31. Kovero O, Kononen M, Pirinen S. The effect of professional violin and viola playing on the bony facial structures. *Eur J Orthod* 19:39-45, 1997.
32. Kindisbacher I, Hirschi U, Ingervall B, et al. Little influence on tooth position from playing a wind instrument. *Angle Orthod* 60:223-228, 1990.
33. Proffit WR. Lingual pressure patterns in the transition from tongue thrust to adult swallowing. *Arch Oral Biol* 17:555-563, 1972.
34. Vig KWL. Nasal obstruction and facial growth: the strength of evidence for clinical assumptions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 113:603-611, 1998.
35. Warren DW, Mayo R, Zajac DJ, et al. Dyspnea following experimentally induced increased nasal airway resistance. *Cleft Palate-Craniofac J* 33:231-235, 1996.
36. Harvold EP, Tomer BS, Vargervik K, et al. Primate experiments on oral respiration. *Am J Orthod* 79:359-372, 1981.
37. Fields HW, Warren DW, Black K, Phillips C. Relationship between vertical dentofacial morphology and respiration in adolescents. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 99:147-154, 1991.
38. Linder-Aronson S. Adenoids: their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and dentition. *Acta Otolaryngol Scand* 265:1-132, 1970.
39. Woodside DG, Linder-Aronson S, Lundstrom A, et al. Mandibular and maxillary growth after changed mode of breathing. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 100:1-18, 1991.
40. Friedman F, ed.: *Sleep Apnea and Snoring: Surgical and Non-surgical Therapy*. Edinburgh: Saunders-Elsevier; 2009.

III

DIAGNÓSTICO Y PLAN DE TRATAMIENTO

El proceso del diagnóstico y el plan de tratamiento ortodóncico se presta muy bien a lo que actualmente se conoce como *planteamiento orientado al problema*. El diagnóstico ortodóncico, como el de otras disciplinas de la odontología y la medicina, requiere obtener una serie de datos pertinentes acerca del paciente y extraer a partir de esa base de datos una lista completa y clara de los problemas. Es importante reconocer que para confeccionar el listado de problemas son necesarias las opiniones del paciente y las observaciones del médico. Seguidamente, el plan de tratamiento consiste en sintetizar las posibles soluciones a los problemas específicos (a menudo existen muchas soluciones posibles), elaborando una estrategia terapéutica específica que sea adecuada para ese paciente en particular. Conviene recordar que el diagnóstico y el plan de tratamiento, aunque forman parte de un mismo proceso, son métodos distintos con objetivos fundamentalmente diferentes. Al desarrollar la base de datos y elaborar una lista de los problemas, el objetivo que se persigue es la *verdad*: el objetivo de toda investigación científica. A este nivel, no hay sitio para las opiniones o los juicios; por el contrario, se requiere una valoración totalmente objetiva de la situación. Por otra parte, el objetivo de la planificación terapéutica no es la verdad científica, sino la *sensatez*: el plan que seguiría un facultativo sensato y prudente para beneficiar al máximo a su paciente. De ahí que la planificación de un tratamiento sea inevitablemente algo parecido a un arte. El diagnóstico debe ser una ciencia; a efectos prácticos, el plan de tratamiento no puede ser solo una ciencia. El facultativo debe aplicar su criterio para establecer la prioridad de los problemas y valorar las posibilidades terapéuticas existentes. Como es lógico, es más sencillo elegir un tratamiento acertado

si no se ha omitido previamente ningún detalle significativo y si se le da al paciente la posibilidad de participar en la toma de decisiones.

Recomendamos establecer el diagnóstico y planificar el tratamiento en una serie de pasos lógicos. Los dos primeros pasos constituyen el proceso diagnóstico:

1. Desarrollo de una base de datos diagnósticos adecuada.
2. Elaboración de un listado de problemas (el diagnóstico) a partir de los datos recogidos. Pueden existir problemas patológicos y del desarrollo. En tal caso, hay que separar los problemas patológicos de los derivados del desarrollo y concederles prioridad en el tratamiento, no porque sean más importantes, sino porque es necesario controlar los procesos patológicos antes de poder tratar los problemas del desarrollo. En el capítulo 6 se explica con detalle el proceso diagnóstico.

Una vez identificadas y establecidas las prioridades de los problemas ortodóncicos del paciente, deben abordarse cuatro aspectos para determinar el plan de tratamiento más adecuado: 1) el calendario terapéutico; 2) la complejidad del tratamiento necesario; 3) las posibilidades de éxito de un determinado enfoque terapéutico, y 4) los objetivos y deseos del paciente (y de sus padres). Estas cuestiones se examinan brevemente en los siguientes párrafos.

El tratamiento ortodóncico puede llevarse a cabo en cualquier momento de la vida del paciente, y puede ir dirigido a solucionar un problema determinado o tener un carácter más general. Normalmente, es de carácter general (es decir, con el objetivo de conseguir la mejor oclusión, estética facial y estabilidad posibles) y se lleva a cabo durante la adolescencia, al erupcionar los últimos dientes permanentes. Existen muy

buenas razones para esta elección. En ese momento, a la mayoría de los pacientes les queda suficiente crecimiento potencial para poder mejorar las relaciones intermaxilares, y es posible controlar y colocar todos los dientes permanentes (incluidos los segundos molares) en una posición más o menos definitiva. Desde un punto de vista psicosocial, los pacientes de estas edades suelen estar alcanzando el grado de automotivación necesario para el tratamiento, lo que se traduce en mayor capacidad para colaborar durante las sesiones terapéuticas y para responsabilizarse del cuidado de los aparatos y de la higiene oral. En lugar de dos fases de tratamiento precoz y tardío, es posible planificar un tratamiento relativamente breve a comienzos de la adolescencia para aprovechar las posibilidades de cooperación de los pacientes y de sus familiares.

Aunque no todos los pacientes responden adecuadamente al tratamiento durante la adolescencia, la intervención en esos momentos sigue siendo el «punto de referencia» con el que se deben comparar los restantes enfoques terapéuticos. ¿Necesita un niño con problemas evidentes de maloclusión alcanzar el uso de razón para poder iniciar el tratamiento precoz en los años de la preadolescencia? Obviamente, ello dependerá de sus problemas específicos. En los capítulos 7 y 13 se revisan con detalle los diferentes aspectos de la programación terapéutica.

La complejidad del tratamiento necesario influye en la planificación del mismo, sobre todo en lo referente a la persona o personas que deberían encargarse de llevarlo a cabo. En la ortodoncia y en los restantes campos de la odontología, el tratamiento de los casos menos complejos debería corresponder al odontólogo general o familiar, mientras que los casos más complejos deben ser resueltos por un especialista. La única diferencia en el caso de la ortodoncia es que tradicionalmente el odontólogo familiar ha remitido un mayor número de casos ortodóncicos. Uno de los aspectos más destacados en la práctica familiar es la forma de elegir de forma juiciosa a los pacientes que pueden ser tratados y a aquellos que conviene remitir a un especialista. En el capítulo 11 se incluye un esquema formal para separar a los pacientes que pueden recibir tratamiento en el consultorio general de los que probablemente necesitarán un tratamiento más complejo.

El tercer aspecto especial es la predictibilidad del tratamiento con un determinado método. Si se dispone de varios métodos alternativos para el tratamiento (como suele ser el caso), ¿cuál de ellos se debería elegir? Cada vez existen más datos que permiten elegir basándose en unos resultados más que probables, en vez de tener que hacerlo sobre la base de informes anecdóticos o de las opiniones de los partidarios de determinadas técnicas. En el capítulo 7 se revisan los datos actuales sobre los resultados del tratamiento como base para decidir cuál sería el mejor enfoque terapéutico posible.

Por último, pero más importante, el plan de tratamiento debe ser un proceso interactivo. El odontólogo no puede seguir decidiendo de forma paternalista qué es lo que más le conviene a un paciente. Este último debe participar en el proceso de toma de decisiones, tanto por razones éticas como por razones prácticas. Desde el punto de vista ético, los pacientes tienen derecho a controlar lo que les va a ocurrir durante el tratamiento, ya que es algo que se hace por ellos, no contra

ellos. Desde el punto de vista práctico, es muy probable que la cooperación del paciente influya de forma fundamental en las posibilidades de éxito o fracaso, y no existe ninguna razón para escoger una forma de tratamiento con la que el paciente no esté de acuerdo. En su versión más moderna, el consentimiento informado implica la intervención del paciente en el proceso de planificación del tratamiento. En el capítulo 7 se analiza con detalle la forma de presentar a los pacientes las diferentes recomendaciones terapéuticas.

Teniendo presentes estos aspectos, la secuencia lógica para planificar el tratamiento sería la siguiente:

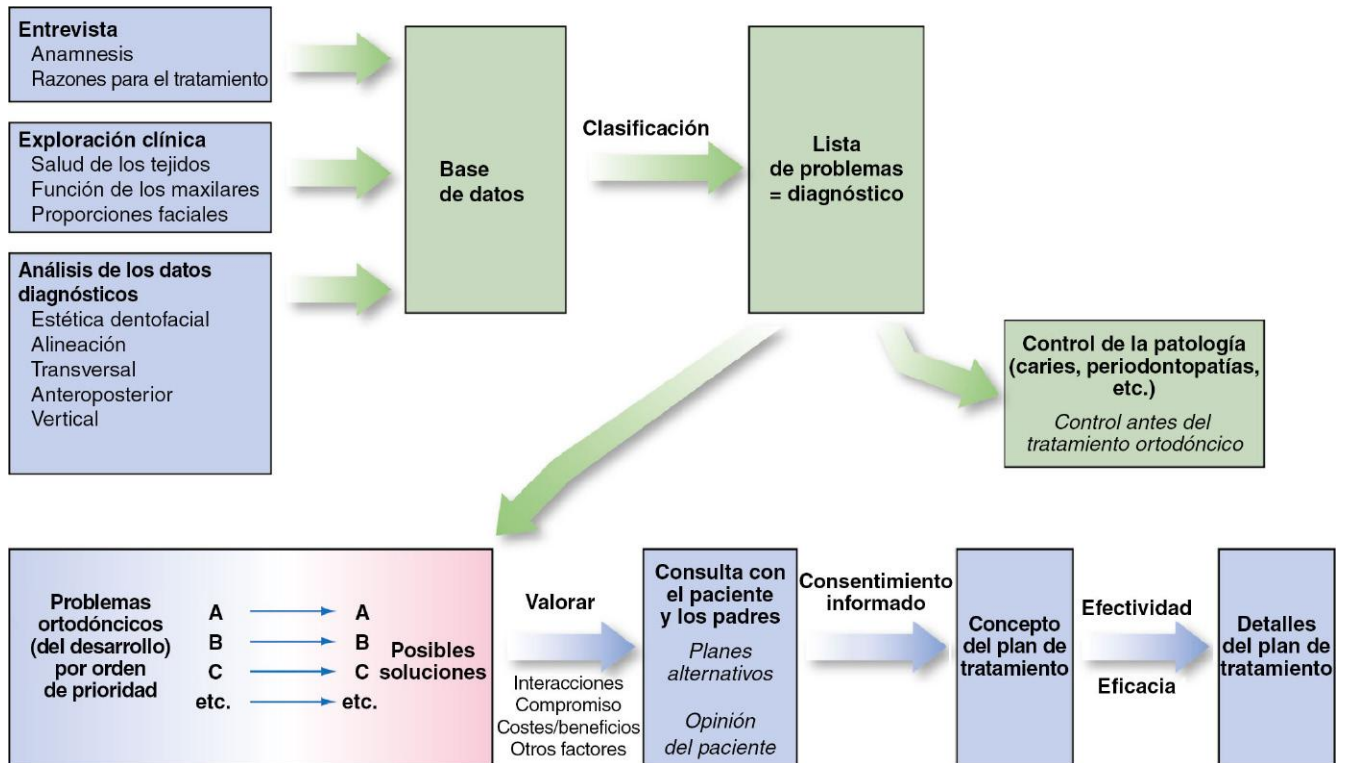
1. Establecer las prioridades en el listado de problemas ortodóncicos, de manera que el problema más importante reciba la máxima prioridad.
2. Considerar las posibles soluciones para cada problema, valorando los problemas de uno en uno como si cada uno de ellos fuera el único.
3. Analizar las interacciones entre las posibles soluciones a los diferentes problemas.
4. Desarrollar enfoques terapéuticos alternativos, sopesando las ventajas para el paciente con los riesgos, los costes y la complejidad.
5. Elegir un tratamiento definitivo, teniendo en cuenta las opiniones del paciente y de sus padres, y seleccionar el enfoque terapéutico específico (diseño del aparato, mecanoterapia) que se vaya a utilizar.

Este proceso culmina con la aceptación del plan terapéutico por parte del paciente y de sus padres, que otorgan su consentimiento informado. Después de todo, en la mayoría de los casos el tratamiento ortodóncico es más una opción que una necesidad. La falta de tratamiento no suele representar un riesgo significativo para la salud, de modo que hay que sopesar los beneficios estéticos y funcionales con los riesgos y los costes. Para poder desarrollar el plan de este modo es necesaria la interacción con el paciente.

En la figura de la página 149 se ha representado esquemáticamente esta secuencia de diagnóstico y plan de tratamiento.

En los capítulos de esta sección se abordan los aspectos más destacados y los métodos para el diagnóstico y el plan de tratamiento ortodóncico. El capítulo 6 está dedicado a la base de datos diagnósticos y a los pasos que hay que seguir para elaborar un listado de problemas. En el capítulo 7 se abordan los aspectos de la programación y la complejidad del plan de tratamiento, se revisan los principios de la planificación y se valoran las posibilidades terapéuticas para los pacientes preadolescentes, adolescentes y adultos. En los capítulos 6 y 7 se revisan los aspectos generales del diagnóstico y el plan de tratamiento ortodóncico que todo odontólogo debe conocer y se analizan con más detalle las decisiones que con mayor frecuencia se toman en la práctica de esta especialidad. También se analizan las pruebas sobre las que se basan las decisiones clínicas, se comentan aspectos polémicos del plan de tratamiento con el objetivo de alcanzar una opinión consensuada en la medida de lo posible y se revisa el tratamiento para los pacientes con problemas especiales secundarios a lesiones o alteraciones congénitas, como el labio leporino y el paladar hendido. ■





DIAGNÓSTICO ORTODÓNCICO: PLANTEAMIENTO ORIENTADO AL PROBLEMA

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

CUESTIONARIO/ENTREVISTA

- Preocupación principal
- Historia médica y dental
- Valoración del crecimiento físico
- Valoración social y conductual

VALORACIÓN CLÍNICA

- Salud bucal
- Función maxilar y oclusal
- Aspecto facial y dental
- ¿Qué registros diagnósticos se necesitan?

ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DIAGNÓSTICOS

- Análisis de modelos: simetría, espacio y tamaño del diente
- Análisis cefalométrico
- Análisis de imágenes tridimensionales de tomografía computarizada de haz cónico

CLASIFICACIÓN ORTODÓNCICA

- Desarrollo de los sistemas de clasificación
- Adiciones al sistema de clasificación de cinco características
- Clasificación en función de las características de la maloclusión

ESTABLECIMIENTO DE UN LISTADO DE PROBLEMAS

En cualquier tipo de diagnóstico, ya sea en ortodoncia o en otras especialidades odontológicas o médicas, conviene no centrarse demasiado en un aspecto de la situación general del paciente, omitiendo otros problemas significativos. Esto es especialmente cierto en el ámbito de la ortodoncia contemporánea,

debido a que las preocupaciones y prioridades de los pacientes suelen ser factores determinantes que influyen mucho en los planes de tratamiento y, a veces, le puede costar mucho al ortodoncista no «sacar un juicio precipitado» durante la exploración inicial. Es importante no evaluar la oclusión dental omitiendo una discrepancia entre los maxilares, un síndrome del desarrollo, una enfermedad sistémica, un problema periodontal, un problema psicosocial o el medio cultural en el que vive el paciente.

Todo especialista (y no hace falta ser un odontólogo especialista para tener ya un punto de vista muy especializado) tiende por naturaleza a analizar los problemas en función de sus propios intereses especiales. Debemos reconocer esta inclinación y oponernos conscientemente a ella. En pocas palabras, el diagnóstico debe tener un carácter global, y no centrarse únicamente en un aspecto aislado de lo que en muchos casos puede ser una situación compleja. El diagnóstico ortodóncico requiere una visión de conjunto de la situación del paciente y se deben tener en cuenta tanto los hallazgos objetivos como los subjetivos.

En medicina y odontología, se ha preconizado en numerosas ocasiones el planteamiento orientado al problema dentro del diagnóstico y el plan de tratamiento, como una forma de superar esta tendencia a concentrarse solo en una parte del problema del paciente. La base del planteamiento orientado al problema es el desarrollo de una base de datos extensa, con la información pertinente para no omitir problema alguno.

Por lo que se refiere a la ortodoncia, podemos considerar que la base de datos deriva de tres fuentes fundamentales: 1) los datos de la entrevista, extraídos a partir de las preguntas (de palabra y por escrito) al paciente y sus padres; 2) la exploración clínica del paciente, y 3) la evaluación de los registros diagnósticos, como modelos dentales, radiografías y fotografías. Dado que no en todos los casos se pueden obtener todos los registros diagnósticos posibles, uno de los objetivos de la exploración clínica consiste en determinar qué registros diagnósticos se necesitan. A continuación,

presentamos de manera ordenada los pasos necesarios para recopilar una base de datos adecuada. Incluimos además un comentario acerca de los registros diagnósticos que sean necesarios.

En todas las etapas de la evaluación diagnóstica, un especialista puede buscar información más detallada que un médico de cabecera, y esta es una de las razones fundamentales para derivar al paciente a un especialista. Es más que probable que el especialista obtenga registros diagnósticos más extensos, algunos de los cuales pueden no estar al alcance del médico de cabecera. En el ámbito de la ortodoncia, son buenos ejemplos de ello las radiografías cefalométricas y la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC). No obstante, el enfoque fundamental es el mismo para cualquier paciente ortodóncico y cualquier médico. A la hora de evaluar a un paciente, un odontólogo general competente seguirá los

mismos pasos que un ortodoncista y utilizará el mismo enfoque para planificar el tratamiento si se va a encargar de la ortodoncia. Después de todo, desde un punto de vista legal y moral, el tratamiento requiere el mismo patrón de asistencia independientemente de que corra a cargo de un odontólogo general o de un especialista.

CUESTIONARIO/ENTREVISTA

La entrevista va dirigida a averiguar cuál es la queja fundamental del paciente (la razón principal por la que acude a la consulta en busca de tratamiento) y a obtener información adicional sobre tres aspectos importantes: 1) la anamnesis médica y dental; 2) el estado

Nombre del paciente:	Fecha:												
Está interesado en: (por favor, señale todo lo que corresponda) ☐ Información ☐ Tratamiento en estos momentos ☐ Mayor claridad sobre información recibida previamente o confusa													
Si hubiera que modificar los dientes de su hijo, ¿qué cambios le gustaría? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>☐ Dientes superiores</td> <td>Avance/retroceso</td> </tr> <tr> <td>☐ Dientes inferiores</td> <td>Avance/retroceso</td> </tr> <tr> <td>☐ Ascenso de los dientes superiores debido a que se ven demasiado las encías</td> <td></td> </tr> <tr> <td>☐ Cerrar espacios</td> <td>Superiores/inferiores</td> </tr> <tr> <td>☐ Enderezar dientes apiñados</td> <td>Superiores/inferiores</td> </tr> <tr> <td>☐ Mejorar el aspecto de dientes mellados/fracturados/oscuras/punteados</td> <td></td> </tr> </table>		☐ Dientes superiores	Avance/retroceso	☐ Dientes inferiores	Avance/retroceso	☐ Ascenso de los dientes superiores debido a que se ven demasiado las encías		☐ Cerrar espacios	Superiores/inferiores	☐ Enderezar dientes apiñados	Superiores/inferiores	☐ Mejorar el aspecto de dientes mellados/fracturados/oscuras/punteados	
☐ Dientes superiores	Avance/retroceso												
☐ Dientes inferiores	Avance/retroceso												
☐ Ascenso de los dientes superiores debido a que se ven demasiado las encías													
☐ Cerrar espacios	Superiores/inferiores												
☐ Enderezar dientes apiñados	Superiores/inferiores												
☐ Mejorar el aspecto de dientes mellados/fracturados/oscuras/punteados													
¿Se da usted cuenta de que el crecimiento influye notablemente en las posibilidades de éxito del tratamiento? Sí _____ No _____													
¿Existe alguna probabilidad de que su hijo/a madure antes o después de lo normal? Antes _____ Después _____													
¿Qué estatura cree que alcanzará este niño una vez que haya completado su crecimiento? Metros _____ centímetros _____													
¿Sabe que el tratamiento ortodóncico puede alterar en alguna medida el aspecto facial? Sí _____ No _____													
Si se pudiera cambiar algún rasgo facial, ¿qué le gustaría ver? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>☐ Labio superior</td> <td>Avance/retroceso</td> </tr> <tr> <td>☐ Labio inferior</td> <td>Avance/retroceso</td> </tr> <tr> <td>☐ Maxilar</td> <td>Avance/retroceso</td> </tr> <tr> <td>☐ Mandíbula</td> <td>Avance/retroceso</td> </tr> <tr> <td>☐ Mentón</td> <td>Aumento/reducción</td> </tr> <tr> <td>☐ Nariz</td> <td>Aumento/reducción/cambio de forma</td> </tr> </table>		☐ Labio superior	Avance/retroceso	☐ Labio inferior	Avance/retroceso	☐ Maxilar	Avance/retroceso	☐ Mandíbula	Avance/retroceso	☐ Mentón	Aumento/reducción	☐ Nariz	Aumento/reducción/cambio de forma
☐ Labio superior	Avance/retroceso												
☐ Labio inferior	Avance/retroceso												
☐ Maxilar	Avance/retroceso												
☐ Mandíbula	Avance/retroceso												
☐ Mentón	Aumento/reducción												
☐ Nariz	Aumento/reducción/cambio de forma												
¿Preferiría NO hablar del aspecto facial delante de su hijo? Sí _____ No _____													
¿Existe algún antecedente familiar de problemas dentales o maxilares?													
¿Está interesado en mejorar el aspecto de los dientes en este momento aunque necesiten más tratamiento posteriormente? Sí _____ No _____													
Firma	Relación con el paciente												

FIGURA 6-1 «¿Por qué está usted aquí?» y «¿por qué ha acudido ahora?» son preguntas muy importantes durante la consulta ortodóncica inicial. Un cuestionario de este tipo que los pacientes o los padres rellenan antes de la consulta puede resultar muy útil para conocer qué es lo que realmente desean. (Adaptado del Dr. Alan Bloore.)

del crecimiento físico, y 3) la motivación, las expectativas y otros factores sociales y del comportamiento. En el ámbito de la ortodoncia puede resultar bastante útil enviar al paciente un cuestionario para que lo rellene antes de su primera visita al consultorio. En la figura 6-1 presentamos un ejemplo de cuestionario orientado a la queja fundamental del paciente, que se puede enviar de antemano al mismo o utilizar como base para la entrevista con él. Obsérvese la insistencia a la hora de averiguar hasta qué punto los padres o el paciente adulto están preocupados por el aspecto facial. La entrevista debe ir acompañada de un cuestionario para obtener la anamnesis médica/dental, que deberá cumplimentarse por adelantado, aunque el cuestionario de la historia médica representa solo una base para el análisis, ya que muchos padres y pacientes no reseñan aquellas cosas que creen que no le interesa al ortodoncista.

Preocupación principal

Como ya hemos comentado algo más detalladamente en el capítulo 1, existen tres razones fundamentales por las que un paciente puede preocuparse acerca de la alineación y la oclusión de sus dientes: aspecto dentofacial inadecuado y baja autoestima social, alteración funcional y mala salud oral. Aunque en muchos casos puede haber más de una de estas razones que empujen a una persona a buscar tratamiento ortodóncico, es importante determinar la importancia relativa que tienen para el paciente. El odontólogo no debe presuponer que el aspecto físico es lo que más preocupa al paciente debido únicamente a que tiene unos dientes antiestéticos. Ni debe centrarse en las repercusiones funcionales de, por ejemplo, una mordida cruzada con desviación lateral y no darse cuenta de que al paciente le preocupa más lo que aparentemente es una separación insignificante entre los incisivos centrales superiores. La razón fundamental por la que una persona con una función y un aspecto razonablemente normales y una adaptación psicosocial aceptable busca tratamiento puede ser perfectamente que desee mejorar su aspecto más de lo normal, para intentar mejorar su calidad de vida. Gracias a la mayor orientación de la odontología familiar moderna hacia la odontología estética, hay más probabilidades de que derivemos a un paciente al ortodoncista para que se someta a un tratamiento general con el único objetivo de mejorar su aspecto dental y facial.

Cuando los pacientes preguntan si necesitan tratamiento ortodóncico, conviene plantearles una serie de cuestiones fundamentales, empezando por: «¿Cree que necesita brackets?» Si la respuesta es afirmativa, podemos preguntar a continuación: «¿Qué es lo que más le preocupa de sus dientes o de su aspecto?» y «¿Qué es lo que quiere conseguir con el tratamiento?». La respuesta a estas y a otras preguntas posteriores nos indicará que es lo más importante para el paciente. El odontólogo o el ortodoncista pueden estar o no de acuerdo con la valoración del paciente; ese juicio vendrá después. En este momento, el objetivo consiste en averiguar qué es lo más importante para el paciente.

Historia médica y dental

Los problemas ortodóncicos casi siempre son la culminación de un proceso de desarrollo y no el resultado de un proceso patológico. Como se ilustra en el comentario incluido en el capítulo 5, suele resultar difícil determinar la etiología con certeza, pero es

importante establecer la causa de la maloclusión, si ello es posible, o descartar al menos algunas de las posibles causas. Es necesario obtener una historia médica y dental detallada de los pacientes ortodóncicos para poder llegar a conocer su situación global y valorar los aspectos específicos.

En la figura 6-2 presentamos el esquema de una historia médica y dental. Se incluyen en él comentarios a varias de las preguntas para explicar sus implicaciones para los pacientes ortodóncicos.

Hay dos aspectos que merecen un comentario aparte. En primer lugar, aunque la mayoría de los niños con fracturas condilares del maxilar inferior se recuperan sin problemas, hay que considerar la posibilidad de una deficiencia de crecimiento relacionada con una lesión anterior al examinar a un paciente con asimetría facial verdadera (fig. 6-3). En los últimos años, hemos podido observar que las fracturas tempranas del cóndilo son más frecuentes de lo que se creía (v. capítulo 5). Se debe tener presente que se pueden omitir fácilmente las fracturas mandibulares infantiles entre las secuelas de un accidente que ha causado otros traumatismos, de manera que una fractura mandibular podría no ser diagnosticada a tiempo. Aunque las fracturas antiguas tienen una importancia especial, los traumatismos dentales también pueden afectar al desarrollo de la oclusión y no deben ignorarse al realizar la historia del paciente.

En segundo lugar, es importante saber si el paciente está recibiendo tratamiento farmacológico prolongado de algún tipo, y en caso afirmativo determinar la causa. De esta forma, podemos conocer alguna enfermedad sistémica o problema metabólico que no conoceríamos de otro modo. Los problemas médicos crónicos adultos o infantiles no contraindican el tratamiento ortodóncico si están bajo control, pero puede ser necesario tomar precauciones especiales a la hora de aplicar las medidas ortodóncicas. Por ejemplo, un paciente con diabetes controlada podría recibir tratamiento ortodóncico, pero requeriría un seguimiento especialmente cuidadoso, ya que las fuerzas ortodóncicas podrían acentuar la fragilidad periodontal que presentan estos individuos (v. capítulo 7). En pacientes adultos tratados de artritis u osteoporosis, y ahora también con más frecuencia en niños con trastornos crónicos tratados con fármacos (como glucocorticoides) que pueden tener efectos osteotóxicos, se emplean a menudo fármacos que inhiben la reabsorción, como los bisfosfonatos. Estos productos dificultan el movimiento ortodóncico de los dientes y pueden incrementar el riesgo de complicaciones (v. capítulo 9). Puede que haya que preguntar específicamente acerca de estos fármacos, ya que en ocasiones los padres no mencionan algunas cosas que creen que no guardan relación con el tratamiento ortodóncico.

Valoración del crecimiento físico

Un tercer aspecto importante que hay que estudiar al interrogar al paciente o a sus padres es el nivel de crecimiento físico del individuo. Este aspecto tiene una gran importancia por una serie de razones, una de las cuales es el gradiente de crecimiento facial comentado en los capítulos 2 a 4. El rápido crecimiento que se produce durante el estirón de la adolescencia facilita la movilización dental, pero cualquier intento de modificación del crecimiento seguramente fracasará si el niño ya ha superado esta fase de crecimiento acelerado adolescente.

HISTORIA MÉDICA
(niño/adolescente)

NOMBRE DEL PACIENTE: _____ FECHA: _____

FECHA DE NACIMIENTO: _____

Nombre del médico del niño: _____ Teléfono de su consulta: _____

Dirección del médico del niño: _____ Fecha de la última exploración: _____

- ¿Goza su hijo de buena salud? Sí No No sabe
- ¿Tiene su hijo algún problema de salud? Sí No No sabe
En caso afirmativo, explíquelo: _____
- ¿Ha sido su hijo hospitalizado alguna vez, ha recibido anestesia general o ha acudido a un servicio de urgencias? Sí No No sabe
En caso afirmativo, explíquelo: _____
- ¿Cumple su hijo el calendario de vacunaciones? Sí No No sabe
- ¿Tiene su hijo alergia a medicamentos o a productos de látex o ambientales (polvo, ácaros, polen, moho)? Sí No No sabe
En caso afirmativo, enumérelas: _____
- Medicamentos tomados anteriormente por el niño: _____
- Medicamentos que toma ahora el niño a diario: _____
- ¿Ha tenido su hijo alguna vez o ha recibido tratamiento por algo de lo siguiente?

Marque la casilla correspondiente en cada caso

Sí	No	?		Sí	No	?	
			a. Problemas al nacer				p. Cáncer
			b. Soplos cardíacos				q. Parálisis cerebral
			c. Cardiopatías				r. Convulsiones
			d. Fiebre reumática				s. Asma
			e. Anemia				t. Paladar hendido/labio leporino
			f. Anemia drepanocítica				u. Problemas de habla o audición
			g. Hemorragias/hemofilia				v. Problemas oculares/lentes de contacto
			h. Transfusiones sanguíneas				w. Problemas cutáneos
			i. Hepatitis				x. Problemas de amígdalas/anginas
			j. Sida o VIH+				y. Problemas para dormir
			k. Tuberculosis				z. Problemas emocionales/de comportamiento
			l. Hepatopatías				aa. Radioterapia
			m. Nefropatías				bb. Problemas de crecimiento
			n. Diabetes				cc. Trastornos por déficit de atención
			o. Artritis				dd. Osteoporosis (bisfosfonatos)

- ¿Ha tenido su hijo algún acelerón reciente en su crecimiento? __ Si es así, ¿cuánto ha crecido? __
- Progenitores: (padre) Altura: _____ Peso: _____ (madre) Altura: _____ Peso: _____
- Hermanos y hermanas mayores: (1) Altura: _____ Peso: _____ (2) Altura: _____ Peso: _____ (3) Altura: _____ Peso: _____
- Niñas: ¿ha empezado a menstruar? _____ En caso afirmativo, ¿cuándo? _____
¿Está embarazada? __ ¿Utiliza anticonceptivos orales? _____
- Si ha contestado afirmativamente a cualquiera de las anteriores, explique ese o cualquier otro problema existente: _____
- Curso escolar del niño: _____ Colegio del niño: _____
- Considera usted que su hijo (tache una casilla): Está adelantado en su aprendizaje _____
Progresará normalmente __ Aprende con lentitud _____

FIGURA 6-2 Cuestionario para obtener la historia médica/dental de los pacientes ortodóncicos jóvenes. Para los pacientes adultos se necesita otro cuestionario parecido. Inmediatamente debajo del cuestionario de la historia dental se registran comentarios anotados que explican por qué se han dado determinadas respuestas, y llevan un número de referencia que corresponde a la pregunta a la que se refieren. Obsérvese especialmente el apartado 8dd de la anamnesis y las anotaciones: el uso de bisfosfonatos en niños puede producir complicaciones ortodóncicas importantes.

(Continúa)

HISTORIA ODONTOLÓGICA			
16.	¿Qué es lo que más le preocupa del estado de la dentadura de su hijo?		
17.	¿Ha acudido su hijo antes a un dentista? No Sí En caso afirmativo, indique la fecha de la última visita:		
18.	Nombre del dentista habitual:		
19.	Marque la casilla correspondiente en cada caso:		
Sí	No	?	
			a. ¿Le han hecho a su hijo alguna vez una radiografía dental? Fecha de la última radiografía: _____
			b. ¿Va a ser su hijo reacio a cooperar? Si es así, explíquelo: _____
			c. ¿Ha tenido su hijo alguna complicación tras un tratamiento dental? Si es así, explíquelo: _____
			d. ¿Ha tenido su hijo caries y/o dolores de dientes?
			e. ¿Tiene su hijo dientes sensibles a la temperatura o los alimentos?
			f. ¿Le han enseñado alguna vez a usted o a su hijo a cepillarse los dientes?
			g. ¿Le sangran las encías a su hijo al cepillarse?
			h. ¿Utiliza su hijo productos fluorados: enjuagues, gotas, comprimidos?
			i. ¿Sufre o ha sufrido su hijo chasquidos o dolores en las articulaciones mandibulares?
			j. ¿Tiene o ha tenido su hijo algún problema al abrir o cerrar la boca?
			k. ¿Ha heredado su hijo alguna característica facial o dental familiar? Si es así, explíquelo: _____
			l. ¿Ha sufrido su hijo alguna vez lesiones en los dientes?
			m. ¿Ha sufrido su hijo alguna vez lesiones en los maxilares o la cara?
			n. ¿Utilizaba su hijo chupete?
			o. ¿Se chupaba su hijo el pulgar u otro dedo?
20.	¿Tiene su hijo otro problema dental que deberíamos conocer? _____ Explíquelo: _____		
21.	¿A quién le podemos agradecer que les haya remitido a nuestra consulta? _____		
22.	PERSONA QUE RELLENA ESTE FORMULARIO: Firma: _____		
	Relación con el paciente: _____		
ANOTACIONES SOBRE PREGUNTAS ESCOGIDAS			
2. Ayuda al paciente a establecer su situación socioafectiva. 3. Ayuda a establecer la historia de un posible trauma. 4. En caso de traumatismo bufacial, es fundamental si se ha administrado la vacuna DPT. La colocación de aparatos aumenta las lesiones de los tejidos blandos. 5. Ayuda a identificar posibles alergias a todo tipo de alérgenos. Hay que considerar una posible alergia al látex de los guantes y de los elásticos usados en el tratamiento dental. La sensibilidad está aumentando rápidamente entre la población. 8b,c,d,f. Estos pacientes necesitan protección antibiótica durante las técnicas de colocación y retirada de bandas. 8g,h,i,j,k. Con los métodos modernos para controlar las infecciones, estos pacientes pueden recibir tratamiento, pero puede que haya que modificarlo. 8o. Puede guardar relación con el crecimiento y el desarrollo mandibulares. 8p. Ayuda a conocer los tratamientos de radioterapia o quimioterapia que pueden alterar el desarrollo dental, el crecimiento maxilar o el crecimiento somático, dependiendo de la localización de la lesión y de su tratamiento. 8x. Puede ayudar a valorar los problemas respiratorios y la sensibilidad dental. 8aa. La radioterapia maxilar puede alterar considerablemente el desarrollo esquelético y dental local. Además, estos pacientes están expuestos a una posible osteorradionecrosis, dependiendo de la dosis de radiación y del tipo de tratamiento considerado. 8bb. Algunos niños con problemas de crecimiento pueden recibir hormonas del crecimiento, que pueden influir en la programación terapéutica para modificar el crecimiento. En algunos pacientes oncológicos, el tratamiento posradiación puede incluir hormonas del crecimiento, lo cual también puede influir en la programación del tratamiento. 8cc. Los trastornos por déficit de la atención pueden tratarse con numerosos fármacos. No se conoce bien el efecto de algunos de ellos sobre el crecimiento. 9-12. Estas preguntas ayudan a determinar el grado de crecimiento. Los anticonceptivos pueden ser inútiles si se administran a la vez que los antibióticos empleados para la prevención de la SBE y las infecciones orales. Hay que alertar al paciente sobre este problema. 16. La preocupación fundamental es esencial para saber por qué busca ayuda el paciente. Se debe considerar con cuidado a la hora de planificar el tratamiento. 19a. Es fundamental reducir la radiación innecesaria para dar una asistencia de calidad. Muchos facultativos solicitan radiografías como parte de las pruebas de diagnóstico. Los pacientes que buscan la opinión de un segundo médico suelen tener ya algunas placas. 19g. El tratamiento ortodóncico en caso de trastorno periodontal, ya sea agudo o crónico, está contraindicado hasta que se haya controlado o eliminado el proceso patológico. 19i. Una historia previa de problemas o tratamiento de las articulaciones temporomandibulares (ATM) justifica un estudio previo al tratamiento. 19j. Las limitaciones o problemas en la apertura o el cierre pueden indicar problemas de la ATM. 19k. La tendencia familiar puede observarse en algunos patrones esqueléticos, y la ausencia de dientes tiene un componente genético demostrado. 19l. Los traumatismos dentales pueden tener consecuencias durante el movimiento de los dientes debido a la mayor posibilidad de reabsorción de la raíz dental. 19n,o. Los hábitos pueden explicar algunos aspectos de la maloclusión. 22. Ayuda a establecer la autenticidad de la historia.			

FIGURA 6-2 (cont.)

En el caso de los jóvenes normales que se acercan a la pubertad hay algunas preguntas que suelen aportarnos la información necesaria sobre el lugar en el que están en la curva de crecimiento: ¿con qué rapidez ha crecido el niño recientemente?, ¿ha tenido que cambiar recientemente de talla de ropa?, ¿hay algún signo de maduración sexual?, ¿cuándo maduraron sexualmente sus

hermanos mayores? También se puede obtener información muy útil evaluando la etapa de las características sexuales secundarias (v. más adelante).

Si se está realizando el seguimiento de un niño para remitirlo al ortodoncista en el momento adecuado, o por un ortodoncista para observar el crecimiento antes de empezar el tratamiento, los

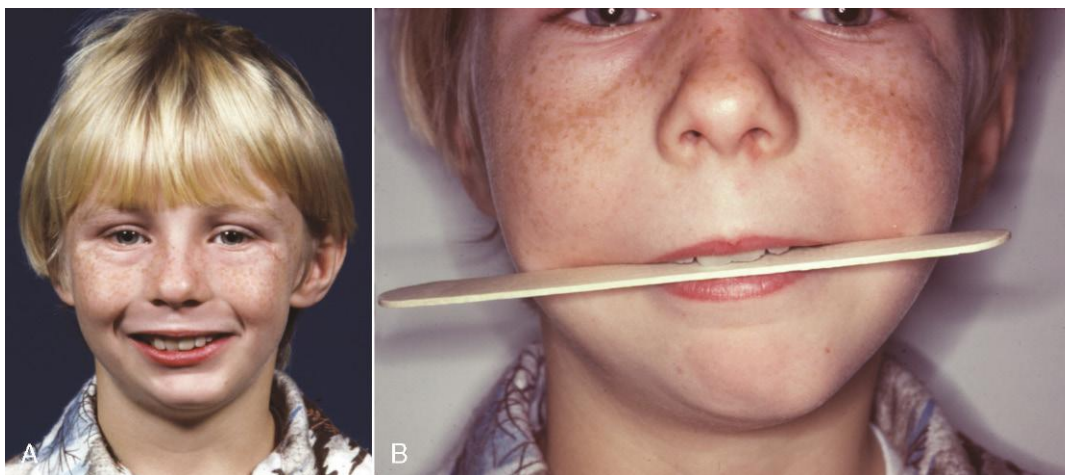


FIGURA 6-3 A. Este niño desarrolló una asimetría facial tras una fractura del proceso condilar mandibular izquierdo a la edad de 5 años, ya que la cicatriz en la zona de fractura impidió el normal desplazamiento de la mandíbula en ese lado durante el crecimiento (v. capítulo 2). B. Obsérvese el canto del plano oclusal y la deformidad lateral resultante (ilustrado con más detalle en la fig. 6-68). Esto se desarrolla como consecuencia de un fallo de la mandíbula a la hora de crecer verticalmente en el lado afectado, lo que impide la erupción de los dientes maxilares y mandibulares. Los traumatismos son la causa más frecuente de las asimetrías de este tipo.

cambios en altura y peso pueden proporcionar una información importante acerca del estadio de crecimiento (v. fig. 2-4 para las tablas actuales). En muchas ocasiones, pueden obtenerse del pediatra los registros de peso-altura y las tablas de crecimiento en las que se ve el progreso del niño.

En ocasiones, es necesario hacer una evaluación más precisa de si un niño ha llegado al estirón de la adolescencia; para ello es útil calcular la edad ósea a partir de las vértebras tal y como se ven en una cefalometría (v. fig. 3-12). La principal indicación de este método es un niño con un problema de clase II esquelético que podría beneficiarse del tratamiento ortodóncico para modificar el crecimiento si es posible. Si el análisis de la maduración vertebral muestra un retraso en el desarrollo esquelético, probablemente aún no se haya producido el estirón. Por el contrario, si la edad esquelética indica una madurez considerable, probablemente ya se haya producido el crecimiento adolescente de los maxilares.

Por desgracia, el estado de desarrollo vertebral es menos útil para establecer otros factores que, en ocasiones, son importantes clínicamente, como la posición del paciente en la curva de crecimiento antes o después de la pubertad, o si el crecimiento maxilar ha disminuido a los valores adultos en un adolescente con prognatismo mandibular. Las radiografías de muñeca y mano son un método alternativo para evaluar la madurez esquelética, pero no un método seguro para determinar cuándo se ha completado el crecimiento.¹ Las radiografías cefalométricas seriadas representan el medio más exacto para determinar si el crecimiento facial continúa o se ha detenido.

Valoración social y conductual

La valoración social y conductual debe explorar diversos aspectos interrelacionados: la motivación del paciente de cara al tratamiento, los resultados que espera del mismo y las probabilidades de que colabore o no.

Podemos clasificar las motivaciones para buscar tratamiento en externas o internas. La motivación externa es la que se deriva de la presión de otra persona, como es el caso de un niño reacio que es llevado a la consulta ortodóncica por una madre decidida, o el de un adulto que desea alinearse los incisivos porque su nueva pareja quiere que sus dientes tengan mejor aspecto. Por otra parte, la motivación interna es la que nace del propio individuo y se basa en su valoración de la situación y en su deseo de recibir tratamiento. Incluso los niños bastante pequeños pueden tener problemas para relacionarse con los demás a causa de su aspecto dental y facial, lo que a veces da lugar a un fuerte deseo interior de recibir tratamiento, mientras que otros niños con maloclusiones aparentemente similares parecen no percibir su problema, por lo que están menos motivados internamente. Los pacientes mayores suelen ser conscientes de las dificultades funcionales o psicosociales derivadas de su maloclusión, por lo que es probable que presenten algún componente de motivación interna.

Aunque actualmente algunos preadolescentes manifiestan su deseo de usar «un aparato» o «brackets» porque muchos de sus colegas están recibiendo tratamiento precoz, es menos frecuente observar una motivación interna muy intensa en este grupo de edad. Para ellos, la ortodoncia suele ser algo que tienen que hacer porque así lo dicen sus padres. En muchos casos, la motivación personal para desear el tratamiento no aparece hasta la adolescencia. No obstante, incluso en el caso de los preadolescentes es importante que el paciente manifieste algo de motivación interna. Es probable que el paciente coopere mucho mejor si considera que el tratamiento está justificado realmente, en lugar de aceptarlo únicamente para satisfacer a sus padres. Los niños o adultos que piensan que el tratamiento es algo que se hace *por* ellos serán mucho mejores pacientes que aquellos que consideran que es solo algo que se les hace *a* ellos.

Lo que el paciente pueda esperar del tratamiento está estrechamente relacionado con el tipo de motivación y deberá

ser cuidadosamente explorado en los adultos, sobre todo en los que aducen problemas fundamentalmente estéticos. Una cosa es proceder a corregir un diastema entre los incisivos superiores para mejorar el aspecto y la función dental del paciente, y otra muy diferente hacerlo porque el paciente espera tener más éxito social o profesional. Si los problemas sociales continúan tras el tratamiento (como es muy probable que suceda), el tratamiento ortodóncico se puede convertir en motivo de resentimiento.

La cooperación suele ser más problemática con los niños que con los adultos. A este respecto, hay dos factores de importancia: 1) hasta qué punto considera el niño que el tratamiento le va a resultar beneficioso y que no es algo a lo que se le obliga, y 2) el grado de control paterno. Es muy probable que un adolescente resentido y rebelde (sobre todo si tiene unos padres incompetentes) plantee muchos problemas a la hora del tratamiento. Conviene tomarse el tiempo necesario para averiguar lo que piensa el paciente acerca de su problema y, si es necesario, ayudarle a percibir la realidad de la situación (v. la sección final del capítulo 2).

Los pacientes que no han alcanzado la mayoría de edad legal (que varía de unos países y estados a otros, pero que suele fijarse en los 18 años) no pueden otorgar legalmente su consentimiento para el tratamiento. Normalmente, se considera bioético que por lo menos acepte el tratamiento. A los niños o adolescentes de cualquier edad hay que preguntarles: «Si tus padres y yo pensamos que el tratamiento te va a venir bien, ¿te gustaría hacerlo?». Tratar a un niño reacio, incluso si los padres consiguen que otorgue su consentimiento aparentemente, no suele ser una opción profesional aceptable.

En la figura 6-4 se resumen los aspectos más importantes que se deben valorar durante la entrevista con un posible paciente ortodóncico.

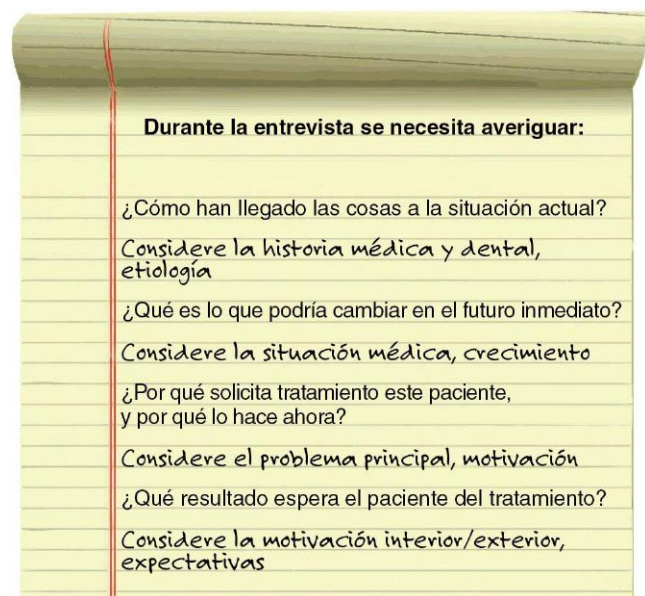


FIGURA 6-4 Puntos clave de la investigación durante la entrevista ortodóncica inicial.

VALORACIÓN CLÍNICA

Los objetivos de la exploración clínica ortodóncica son: 1) estudiar y valorar la salud oral, la función mandibular, las proporciones faciales y las características de la sonrisa, y 2) determinar qué datos diagnósticos se necesitan.

Salud bucal

Hay que valorar la salud de los tejidos duros y blandos de la boca de todo posible paciente ortodóncico, al igual que de cualquier otro paciente. Como norma general, cualquier enfermedad o patología deberá estar controlada antes de que se pueda iniciar el tratamiento ortodóncico. Ello incluye también los problemas médicos, las caries dentales o la patología pulpar, así como los trastornos periodontales.

Puede parecer obvio afirmar que el odontólogo no debe omitir la ausencia de alguna pieza, pero lo cierto es que casi todos los odontólogos lo han hecho alguna vez al centrarse en los detalles y descuidar el cuadro general. Resulta especialmente fácil pasar por alto un incisivo inferior ausente o supernumerario. En algún momento de la valoración, el odontólogo deberá contar los dientes para asegurarse de que no falta ninguno.

En la valoración periodontal existen dos puntos principales de interés: las indicaciones de enfermedad periodontal activa o los problemas mucogingivales reales. Cualquier exploración ortodóncica debe incluir un sondaje cuidadoso de los surcos gingivales, no para medir de forma precisa la profundidad de las bolsas, sino para determinar la existencia de puntos sangrantes. El sangrado al sondar es indicio de inflamación que puede extenderse hasta el ligamento periodontal, y es necesario controlarla antes de proceder al tratamiento ortodóncico. Afortunadamente, la periodontitis juvenil agresiva (fig. 6-5) es poco frecuente pero, cuando aparece, es muy importante identificarla antes de iniciar el tratamiento ortodóncico. Si la encía está poco adherida a los incisivos apiñados puede extenderse fácilmente al alinear los dientes, sobre todo si la arcada dental está expandida (fig. 6-6). En el capítulo 7 se analizará con mayor detalle la interacción entre los tratamientos periodontal y ortodóncico en niños y adultos.

Función maxilar y oclusal

En la valoración de la función, es importante observar al comenzar si el paciente tiene coordinación y movimientos normales. Si no es así, como sucede en un individuo con parálisis cerebral u otros tipos de enfermedad neuromuscular grave, puede que no se produzca la adaptación normal a los cambios en la posición dental inducidos por el tratamiento ortodóncico, y los efectos sobre el equilibrio analizados en el capítulo 5 pueden acarrear una recidiva tras el tratamiento. Es necesario evaluar cuatro aspectos de la función oral: la masticación (incluyendo la deglución, pero sin limitarse a ella), el lenguaje, la posibilidad de apnea del sueño por deficiencia mandibular y la presencia o ausencia de problemas de la articulación temporomandibular (ATM).

Los pacientes con una maloclusión grave suelen tener dificultades en su función bucal. Pueden tener problemas de mas-

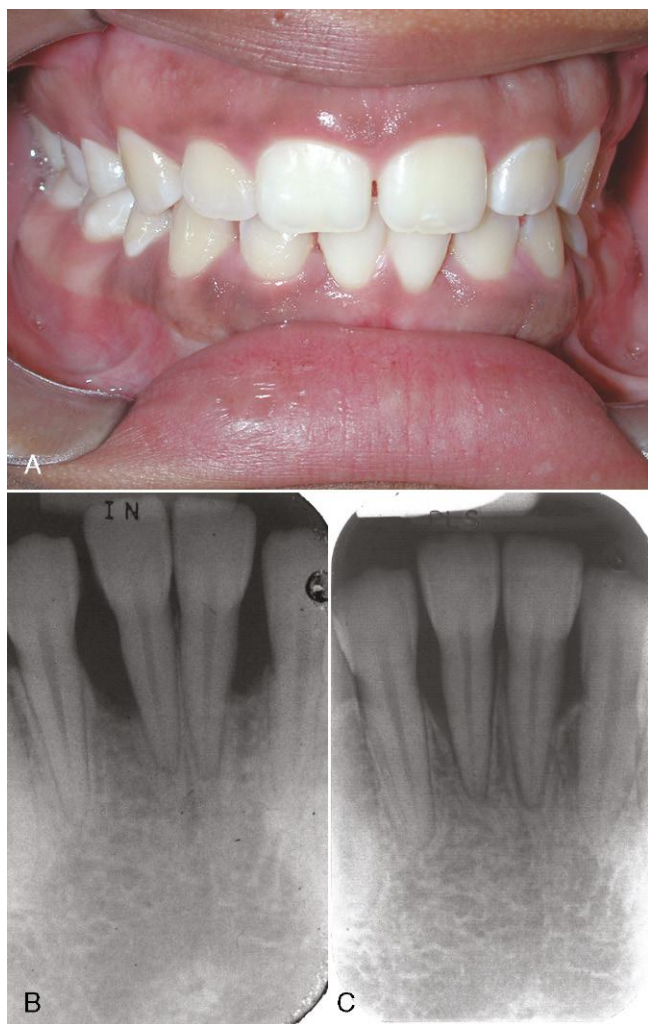


FIGURA 6-5 La periodontitis agresiva en niños y adolescentes suele comenzar como un ataque intensivo de los tejidos de soporte alrededor de los incisivos centrales, los primeros molares o ambos. **A.** Aspecto intraoral de un paciente que solicitó consulta ortodóncica debido a la ausencia congénita de los segundos premolares. **B.** Radiografía periapical de la zona de los incisivos centrales inferiores. **C.** Radiografía periapical de seguimiento de la misma zona incisal después del tratamiento con antibióticos y del curetaje, seguido de un tratamiento ortodóncico completo. A menos que el sondaje periodontal durante la exploración ortodóncica clínica detecte inflamación y pérdida ósea de este tipo y se pida una radiografía periapical, puede pasarse por alto una enfermedad periodontal grave y, si progresa, hacer inevitable la pérdida de los dientes afectados. Si se mantiene controlado el problema periodontal, el tratamiento ortodóncico es factible.

ticación y suelen haber aprendido a masticar la comida (aunque ello les suponga un esfuerzo extra), pudiendo hacerlo de una manera socialmente aceptable. Con frecuencia, aprenden a evitar ciertos alimentos duros de desgarrar y triturar y pueden morderse las mejillas y los labios. Si se les pregunta, los pacientes comentan estos problemas y explican que su función bucal mejora tras el tratamiento ortodóncico. Por desgracia, aparte de la observación minuciosa y el interrogatorio del paciente, casi no



FIGURA 6-6 En este paciente con muy poca encía adherida en la región de los incisivos inferiores, y que presenta suficiente apiñamiento como para tener que adelantar ligeramente los incisivos inferiores para alinearlos, es casi seguro que se acentúe la recesión gingival durante el tratamiento ortodóncico a no ser que se coloque un injerto gingival. Resulta mucho más fácil prevenir el desprendimiento de la encía de los dientes que corregirlo más adelante.

contamos con pruebas diagnósticas razonables para valorar la función en este sentido, por lo que es difícil cuantificar el grado de incapacidad masticatoria y documentar la mejoría funcional. La maloclusión no suele influir en la deglución. Se ha sugerido que la debilidad de los labios y la lengua puede indicar problemas en la deglución normal, pero ninguna evidencia apoya esta afirmación (v. capítulo 5). Por consiguiente, las pruebas de movimiento de la boca (como la medición de la fuerza de los labios o del empuje lingual) apenas aportan dato alguno a la valoración diagnóstica.

Los problemas del habla pueden deberse a maloclusión, pero es posible desarrollar un habla normal aunque existan distorsiones anatómicas importantes. Por consiguiente, es muy improbable que los problemas de fonación de un niño se resuelvan con el tratamiento ortodóncico. En la tabla 6-1 se resumen las relaciones específicas. Si un niño tiene un problema de fonación que guarda alguna relación con su maloclusión, se pueden combinar la logoterapia y el tratamiento ortodóncico. Si el problema del habla no guarda relación con la maloclusión, el tratamiento ortodóncico puede ser útil *per se*, pero es poco probable que influya en el habla.

Algunas apneas del sueño pueden deberse a una deficiencia mandibular, y en ocasiones el problema funcional es el motivo por el que se acude a la consulta del odontólogo. Tanto para diagnosticar como para tratar los trastornos del sueño se necesita un equipo interdisciplinar, y nunca se debe actuar sin contar con la evaluación, la documentación y la derivación de un médico cualificado. Estudios recientes parecen indicar que los aparatos orales para adelantar el maxilar inferior pueden ser muy eficaces, pero solo en pacientes con formas leves de apnea del sueño, y esto debe confirmarse mediante polisomnografía en un laboratorio del sueño antes de iniciar el tratamiento en la consulta de ortodoncia² (v. comentario adicional en el capítulo 7).

TABLA 6-1

Dificultades del habla secundarias a la maloclusión

Sonido hablado	Problema	Maloclusión causante
/s/, /z/ (sibilantes)	Ceceo	Mordida abierta anterior, separación amplia entre los incisivos
/t/, /d/ (oclusivas linguoalveolares)	Dificultad de producción	Incisivos irregulares, especialmente los incisivos superiores en posición lingual
/f/, /v/ (fricativas labiodentales)	Distorsión	Clase III esquelética
th, sh, ch (fricativas linguodentales [sonoras o mudas])	Distorsión	Mordida abierta anterior

CUADRO 6-1

ESTUDIO DE LA FUNCIÓN MAXILAR (ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR [ATM])			
Queja actual sobre función maxilar/ATM:			
☐ No ☐ Sí			
En caso afirmativo, especificar: _____			
Historia de dolor:	☐ No	☐ Sí	_____ duración
Historia de ruidos:	☐ No	☐ Sí	_____ duración
Dolor a la palpación de la ATM:	☐ No	☐ Sí	☐ Derecha ☐ Izquierda
Dolor a la palpación muscular:	☐ No	☐ Sí	
En caso afirmativo, ¿dónde? _____			
Rango de movilidad:	Apertura máxima _____ mm		
	Desviación derecha _____ mm		
	Desviación izquierda _____ mm		
	Protrusión _____ mm		

La función maxilar no se limita únicamente al funcionamiento de la ATM, si bien la valoración de dicha articulación es una faceta importante del proceso diagnóstico. En el cuadro 6-1 presentamos un formulario para registrar los datos de la exploración clínica rutinaria de la función de la ATM. Como norma general, si la mandíbula se mueve normalmente, su función no está muy alterada, y por esa misma razón la movilidad restringida suele indicar algún problema funcional.³ Por este motivo, es probable que el indicador más importante de la función articular sea el grado de apertura máxima. La palpación de los músculos masticadores y de la ATM debe formar parte de toda exploración dental y conviene anotar cualquier signo de problema articular, como dolores, ruidos o limitaciones de la apertura.

Dado que la eminencia articular de los niños no está bien desarrollada, puede ser bastante difícil encontrar la posición de «relación céntrica» positiva que se puede establecer en los adultos. No obstante, conviene observar si la mandíbula se desvía lateral o anteriormente cuando el niño cierra la boca. Los niños con aparente mordida cruzada unilateral suelen tener un estrechamiento bilateral del arco superior, con desviación a la mordida cruzada unilateral. Esta es la causa más frecuente de la asimetría facial aparente pero no real. Es muy importante verificar esto durante la exploración clínica o descartar una

desviación y confirmar una mordida cruzada verdadera. De manera similar, muchos niños y adultos con una relación de clase II esquelética y una relación maxilar de clase II esquelética subyacente, también adelantan la mandíbula en una «mordida de domingos» (del inglés *Sunday bite*); esto hace que la oclusión parezca mejor de lo que en realidad es. En ocasiones, parece producirse una relación de clase III como consecuencia de una desviación anterior para evitar las interferencias entre los incisivos, aunque en realidad se trata de una relación terminoterminal (fig. 6-7). Se dice que estos pacientes tienen una pseudomaloclusión de clase III.

Las interferencias oclusales con los movimientos mandibulares funcionales, aunque interesantes, tienen menos importancia de la que tendrían si no se contemplase la posibilidad del tratamiento para modificar la oclusión. Las alteraciones del equilibrio, la presencia o ausencia de protección de los caninos en los movimientos laterales y otros factores parecidos adquieren mayor importancia si siguen estando presentes cuando casi se están completando los cambios oclusales conseguidos con el tratamiento ortodóncico.

Aspecto facial y dental

Se debe llevar a cabo un estudio sistemático del aspecto facial y dental en tres pasos:

1. Proporciones faciales en los tres planos del espacio (macroestética). Algunos ejemplos de problemas que pueden detectarse en este primer paso son la asimetría, el exceso o deficiencia de altura facial, el exceso o deficiencia del maxilar inferior o superior, etc. Al hacerlo, debe tenerse siempre presente que el desarrollo evolutivo y prenatal de la cara puede aportar información adicional sobre el origen y la importancia de una morfología facial inusual.
2. La relación entre la dentición y la cara (miniética), lo cual incluye la exposición de los dientes en reposo, al hablar y al sonreír. Y comprende evaluaciones tales como una exposición gingival excesiva, una exposición insuficiente de los dientes anteriores, una altura gingival inadecuada y unos corredores bucales excesivos o insuficientes.
3. La relación entre los dientes (microestética). Esto incluye una evaluación de las proporciones de altura y anchura de los dientes, la forma y el contorno de las encías, los conectores y las troneras, los orificios triangulares negros y el color de los dientes.

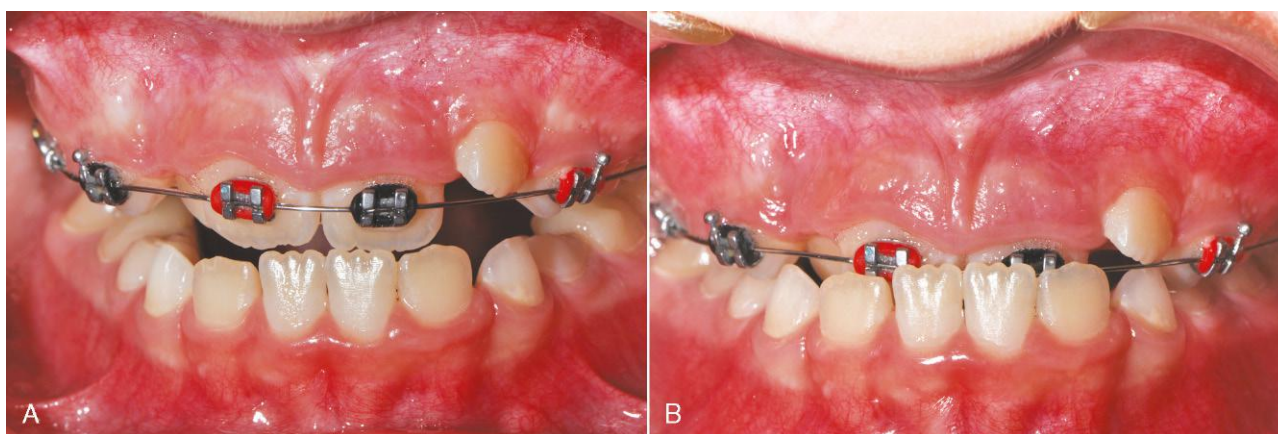


FIGURA 6-7 En un niño que muestra erupción lingual de los incisivos centrales superiores, las interferencias de los incisivos (A) pueden favorecer un desplazamiento anterior para que los dientes posteriores ocluyan correctamente (B). Como en este caso, puede que haya que adelantar los incisivos superiores para contrarrestar la desviación.

Proporciones faciales: macroestética

Lo primero que debemos hacer al evaluar las proporciones faciales es mirar bien al paciente, examinando las características de su desarrollo y obteniendo una impresión general. Los seres humanos somos muy propensos a evaluar las caras y, de hecho, tenemos un sistema neural dedicado para ese cometido.⁴ Aun así, como con cualquier otra cosa, si examinamos demasiado rápidamente los detalles de la cara corremos el riesgo de perdernos la imagen general. Un odontólogo no debe centrarse únicamente en los dientes después de echar un vistazo superficial al rostro. Es un error muy peligroso que un ortodoncista no evalúe minuciosamente la cara del paciente.

Valoración de la edad de desarrollo. Durante la exploración de la cara, hay que valorar la edad de desarrollo del paciente, un aspecto muy importante en los chicos en edad puberal a la hora de realizar casi todos los tratamientos ortodóncicos. Todo el mundo sabe calcular con mayor o menor exactitud la edad de otras personas; esperamos acertar con un margen de error de 1 o 2 años estudiando simplemente los rasgos faciales de la otra persona. Hay veces que nos equivocamos y decimos que una chica de 12 años tiene 15, o que un chico de 15 parece tener 12. En el caso de los adolescentes, juzgamos por el grado de madurez física.

En el capítulo 4 hemos hablado de la aparición de unos caracteres sexuales secundarios reconocibles en chicos y chicas y de la correlación entre las fases de la maduración sexual y el crecimiento de la cara; se resumen en la tabla 6-2. El grado de desarrollo físico tiene mucha más importancia que la edad cronológica a la hora de determinar lo que aún queda de crecimiento.

Estética facial frente a proporciones faciales. Dado que una de las principales razones para el tratamiento ortodóncico es la solución de los problemas psicosociales relacionados con el aspecto facial y dental, y la mejora del bienestar social y de la calidad de vida al hacerlo, la valoración estética será una parte importante de la exploración clínica. Que una cara se considere agradable depende mucho de factores culturales y étnicos, pero cualquiera que sea la cultura, una cara gravemente desproporcionada se convierte en un problema psicosocial. Por esa razón, puede ser conveniente modificar el propósito de esta parte de la valoración

clínica, procediendo más a una valoración de las proporciones faciales que de las cualidades estéticas. Los rasgos faciales desproporcionados y asimétricos contribuyen notablemente a los problemas estéticos faciales, mientras que los proporcionados son generalmente aceptables, aunque no sean bellos. Por consiguiente, un objetivo adecuado para la exploración facial es detectar las posibles desproporciones.

Perspectiva frontal. El primer paso al analizar las proporciones faciales es examinar la cara desde la perspectiva frontal. Unas orejas de implantación baja o unos ojos demasiado separados (hipertelorismo) pueden indicar la presencia de un síndrome o la microforma de una anomalía facial. Si se sospecha la existencia de un síndrome, han de observarse las manos del paciente en busca de una sindactilia, ya que existen varios síndromes digitodentales.

En la perspectiva frontal se busca la simetría bilateral de los quintos de la cara y la proporcionalidad entre la anchura de los ojos, la nariz y la boca (fig. 6-8). Casi todos los individuos normales presentan una ligerísima asimetría facial bilateral, lo que es fácilmente apreciable comparando una fotografía de la cara con un montaje fotográfico realizado con dos lados izquierdos o dos lados derechos (fig. 6-9). Esta «asimetría normal», que suele deberse a una pequeña diferencia de tamaño entre ambos lados, debe diferenciarse de la desviación de la nariz o del mentón hacia un lado, que puede producir una desproporción grave y problemas estéticos (v. fig. 6-3).

Con anterioridad al desarrollo de la radiografía cefalométrica, los odontólogos y ortodoncistas solían emplear las mediciones antropométricas (es decir, mediciones efectuadas directamente durante la exploración clínica) para poder determinar las proporciones faciales (fig. 6-10). Aunque este método fue sustituido en gran medida por el análisis cefalométrico, en la actualidad, el gran énfasis que se les ha dado a las proporciones de los tejidos blandos ha vuelto a poner en un lugar preeminente la evaluación del tejido blando. Los modernos estudios de Farkas sobre los individuos canadienses de origen escandinavo proporcionaron los datos para las tablas 6-3 y 6-4.⁵

Se puede ver que algunas de las mediciones incluidas en la tabla 6-3 se pueden efectuar en las radiografías cefalométricas, pero

TABLA 6-2

Fases del crecimiento puberal y características sexuales secundarias

Chicas	
Duración total del crecimiento puberal: 3½ años	
Fase 1	
Comienzo del crecimiento puberal	Aparición de los brotes mamarios, vello púbico inicial
Fase 2 (aprox. 12 meses después)	
Máximo ritmo de crecimiento longitudinal	Desarrollo apreciable de las mamas, vello axilar, vello púbico más oscuro y abundante
Fase 3 (12-18 meses después)	
Conclusión del crecimiento puberal	Menstruaciones, ensanchamiento de las caderas con distribución adulta de la grasa, conclusión del desarrollo mamario
Chicos	
Duración total del crecimiento puberal: 5 años	
Fase 1	
Comienzo del crecimiento puberal	Aumento de peso por «crecimiento adiposo», distribución femenina de la grasa
Fase 2 (aprox. 12 meses después)	
Comienzo del «estirón»	Redistribución/reducción de la grasa, vello púbico, crecimiento del pene
Fase 3 (8-12 meses después)	
Máximo ritmo de crecimiento longitudinal	Aparece vello facial solo en el labio superior, vello axilar, crecimiento muscular con una forma corporal más robusta y angular
Fase 4 (15-24 meses después)	
Conclusión del estirón puberal	Vello facial en el mentón y en el labio, distribución/color adultos del vello púbico y axilar, forma corporal adulta

no sucede lo mismo con muchas otras. Cuando surgen dudas acerca de las proporciones faciales, es mucho mejor realizar las mediciones clínicas, ya que las distancias entre los tejidos blandos, vistas clínicamente, determinan el aspecto facial. Durante la exploración clínica se pueden registrar las medidas y digitalizar literalmente la cara, en lugar de digitalizar posteriormente una radiografía cefalométrica.

El tipo facial global y las proporciones básicas de la cara se establecen con la relación proporcional entre la altura y la anchura facial (índice facial). Es importante recordar que no se puede evaluar la altura facial a menos que exista la anchura facial, y que esta no se tiene en cuenta cuando se analiza una radiografía cefalométrica lateral.

En la tabla 6-4 se indican los valores normales para el índice facial y otras proporciones que pueden tener utilidad clínica. Obviamente, se deben tener en cuenta los diferentes tipos faciales y corporales a la hora de valorar las proporciones faciales; las desviaciones de los valores medios pueden ser compatibles con una buena estética facial. Hay que evitar, sin embargo, cualquier tratamiento que pueda modificar estos índices en un sentido

equivocado, por ejemplo, el tratamiento con elásticos intermaxilares que puedan rotar la mandíbula hacia abajo en un paciente que ya tiene una cara demasiado larga para su anchura.

Finalmente, debe examinarse la cara desde la perspectiva frontal de los tercios faciales verticales. Los artistas del período renacentista, principalmente Da Vinci y Durero, establecieron las proporciones para dibujar caras humanas anatómicamente correctas (fig. 6-11) y establecieron que las distancias desde la línea del pelo hasta la base de la nariz, desde la base de la nariz hasta su parte inferior y desde la parte inferior de la nariz al mentón deberían ser iguales. Los estudios de Farkas indican que, en los hombres blancos modernos descendientes de europeos, el tercio inferior es ligeramente más largo. Los artistas observaron también que el tercio inferior presenta una proporción de un tercio por encima de la boca y dos tercios por debajo, proporción que los estudios de Farkas demostraban que sigue siendo correcta.

Es importante observar la causa de los problemas verticales, como una exposición excesiva de la encía gingival; como mejor se consigue es examinando la posición de los labios y dientes con

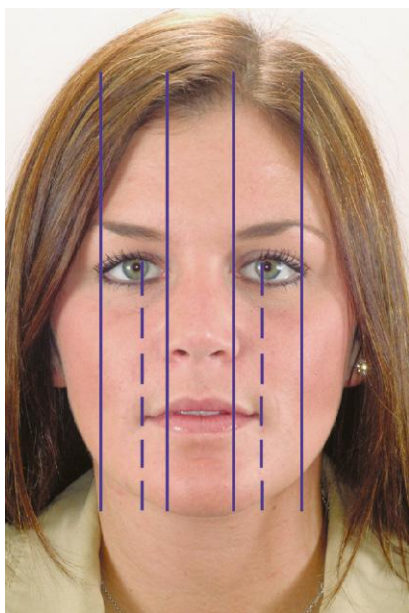


FIGURA 6-8 Proporciones faciales y simetría en el plano frontal. Una cara proporcional idealmente puede dividirse en quintos central, medial y lateral iguales. La separación y anchura de los ojos, que deberían ser iguales, determina los quintos medial y lateral. La nariz y la barbilla deben estar centradas con el quinto central y la anchura de la nariz debe ser la misma o ligeramente superior que el quinto central. La distancia interpupilar (*línea discontinua*) debe ser igual a la anchura de la boca.

TABLA 6-3

Mediciones antropométricas faciales (adultos jóvenes)

Parámetro	Hombre	Mujer
1. Anchura cigomática (ci-ci) (mm)	137 (4,3)	130 (5,3)
2. Anchura gonial (go-go)	97 (5,8)	91 (5,9)
3. Distancia intercantal	33 (2,7)	32 (2,4)
4. Distancia pupilar-mesofacial	33 (2)	31 (1,8)
5. Anchura de la base de la nariz	35 (2,6)	31 (1,9)
6. Anchura de la boca	53 (3,3)	50 (3,2)
7. Altura de la cara (N-gn)	121 (6,8)	112 (5,2)
8. Altura tercio facial inferior (subnasal-gn)	72 (6)	66 (4,5)
9. Borde bermellón del labio superior	8,9 (1,5)	8,4 (1,3)
10. Borde bermellón del labio inferior	10,4 (1,9)	9,7 (1,6)
11. Ángulo nasolabial (grados)	99 (8)	99 (8,7)
12. Ángulo nasofrontal (grados)	131 (8,1)	134 (1,8)

Datos tomados de Farkas LG. *Anthropometry of the Head and Face in Medicine*. New York: Elsevier Science; 1991.

Las mediciones se ilustran en la figura 6-10.

Las desviaciones estándar se indican entre paréntesis.

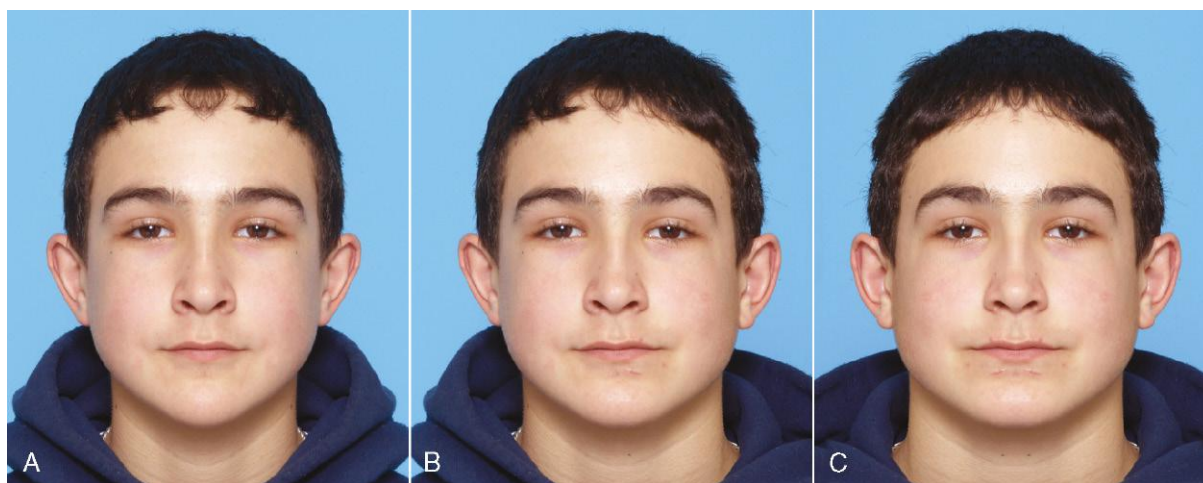


FIGURA 6-9 Los montajes fotográficos son la mejor manera de mostrar una asimetría facial normal. En este chico, cuya asimetría leve prácticamente no se apreciaba y no suponía un problema, la fotografía verdadera es la del centro (B). La de la derecha (A) es una composición con los dos lados derechos y la de la izquierda (C) es una composición con los dos lados izquierdos. Esta técnica ilustra claramente la diferencia entre los dos lados de una cara normal en la que una asimetría leve es más la regla que la excepción. Normalmente, el lado derecho de la cara es un poco más grande que el izquierdo, y no al revés (como le sucede a este chico).

respecto a los tercios verticales de la cara (fig. 6-12). También hay que tener en cuenta que los diferentes grupos étnicos y nacionales tienen opiniones ligeramente diferentes sobre la estética facial (se observan diferencias incluso entre países tan parecidos como EE. UU. y Canadá) y que tanto el atractivo sexual como el atractivo facial general influyen en la percepción de otras personas. Usted es el médico que examina al paciente y tiene que detectar y evaluar las posibles desproporciones, aunque sepa que,

al planificar el tratamiento, algunos detalles del aspecto facial que suponen un problema para algunas personas no lo son para otras de diferente origen étnico.

El cuadro 6-2 muestra las características dentofaciales que deben analizarse como parte del examen facial. Este listado es tan solo eso: una lista de puntos que han de analizarse sistemáticamente durante la exploración clínica. Como en muchas otras cosas, si no se busca, no se verá. No es necesario llevar a



FIGURA 6-10 Las mediciones faciales para el análisis antropométrico se llevan a cabo con calibradores de brazos curvos (A) o calibradores rectos (B). C-E. Mediciones antropométricas faciales utilizadas frecuentemente (las correspondencias de los números se explican en la tabla 6-3).

cabo mediciones exactas, pero sí han de tenerse en cuenta las desviaciones de lo normal al preparar el listado de problemas. Los programas de ordenador actuales ya permiten a un auxiliar introducir hallazgos positivos a medida que el doctor los revisa e incluirlos en el listado de problemas preliminar.

Análisis del perfil. Un examen minucioso del perfil facial proporciona la misma información (aunque menos detallada) que el análisis de las radiografías cefalométricas laterales. En lo que se refiere al diagnóstico, sobre todo para diferenciar a los pacientes con problemas más graves de los que tienen unas proporciones faciales buenas o razonablemente buenas, conviene efectuar una minuciosa valoración clínica de las proporciones faciales. Por este motivo, a la técnica del estudio del perfil facial se la denomina a veces «análisis cefalométrico de los pobres». Esta es una técnica de diagnóstico fundamental para cualquier odontólogo, y debe dominarla todo el que atienda a pacientes que requieran asistencia dental primaria, no solo los odontólogos.

El estudio del perfil facial tiene tres objetivos, a los que se llega por tres caminos distintos y claramente diferenciados:

1. Determinar si los maxilares están situados de forma proporcional en el plano anteroposterior del espacio. Para ello se requiere que el paciente coloque su cabeza en una posición natural, la que el individuo adopta en ausencia de otros estímulos. Se puede hacer con el paciente sentado o de pie, pero sin reclinarla en el sillón del dentista, y que fije la vista en un objeto distante. Cuando tenga la cabeza en esa posición, se estudia la relación entre dos líneas: una que vaya desde el puente de la nariz hasta la base del labio superior y otra que vaya desde este último punto hasta la barbilla (fig. 6-13). Esos tramos lineales idealmente deben formar una línea casi recta con una ligera inclinación en cualquier dirección. Un ángulo mayor ($>10^\circ$ más o menos), quiere decir que el perfil es convexo (maxilar adelantado en relación con la barbilla) o cóncavo (maxilar retrasado en relación con la barbilla). Un perfil cóncavo es signo de relación maxilar de clase II

TABLA 6-4

Índices faciales (adultos jóvenes)

Índice	Mediciones	Hombre	Mujer
Facial	n-gn/ci-ci	88,5 (5,1)	86,2 (4,6)
Anchura mandíbula-cara	go-go/ci-ci	70,8 (3,8)	70,1 (4,2)
Facial superior	n-esto/ci-ci	54 (3,1)	52,4 (3,1)
Anchura mandíbula- altura facial	go-go/n-gn	80,3 (6,8)	81,7 (6)
Mandibular	esto-gn/go-go	51,8 (6,2)	49,8 (4,8)
Anchura boca-cara	ch-ch $\times$ 100/ci-ci	38,9 (2,5)	38,4 (2,5)
Altura cara-cara inferior	sn-gn/n-gn	59,2 (2,7)	58,6 (2,9)
Altura mandíbula-cara	esto-gn/n-gn	41,2 (2,3)	40,4 (2,1)
Altura mandíbula-cara superior	esto-ng/n-sto	67,7 (5,3)	66,5 (4,5)
Altura mandíbula-cara inferior	esto-ng/sn-gn	69,6 (2,7)	69,1 (2,8)
Altura mentón-cara	sl-gn $\times$ 100/sn-gn	25 (2,4)	25,4 (1,9)

Tomado de Farkas LG, Munro JR. Anthropometric Facial Proportions in Medicine. Springfield, Ill.: Charles C Thomas; 1987.
Las desviaciones estándar se indican entre paréntesis.

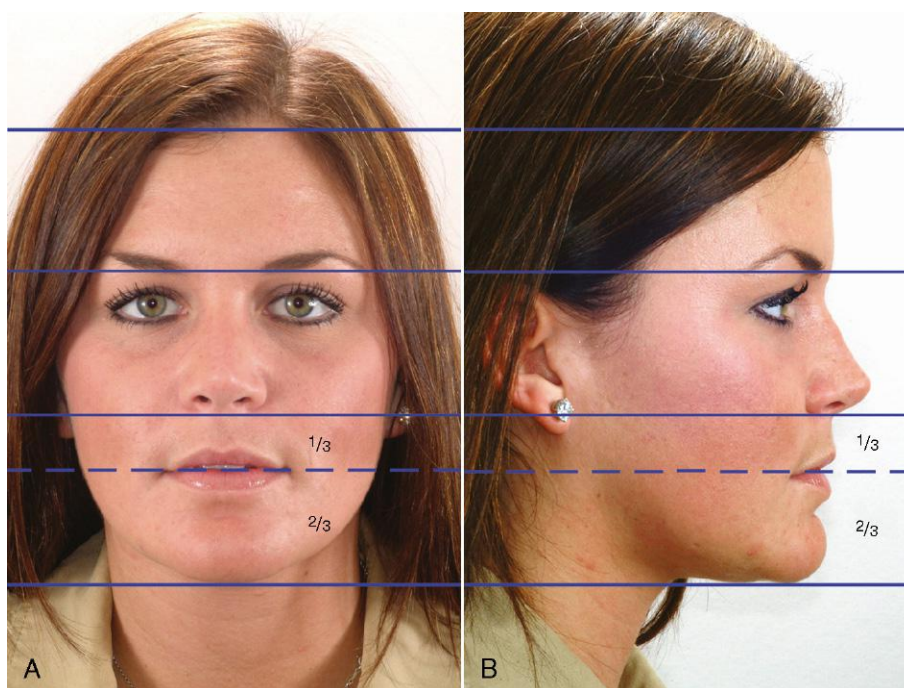


FIGURA 6-11 Las proporciones faciales verticales en las vistas frontal y lateral se evalúan mejor en el contexto de los tercios faciales que los artistas renacentistas observaron que tenían la misma altura en caras bien proporcionadas. En los hombres blancos modernos, el tercio inferior de la cara suele ser ligeramente más largo que el tercio central. El tercio inferior tiene tercios: la boca debería ser un tercio de la distancia entre la base de la nariz y la barbilla.

esquelética, mientras que un perfil cóncavo indica relación maxilar de clase III esquelética.

2. Valorar la postura de los labios y la prominencia de los incisivos. Es importante detectar una posible protrusión (relativamente habitual) o excesiva retrusión (infrecuente) de los incisivos, dado el efecto que tienen sobre el espacio de los arcos dentales. En caso de protrusión de los incisivos, estos se alinean en un arco de mayor circunferencia al proyectarse hacia delante,

mientras que en caso de retrusión o enderezamiento de los mismos queda menos espacio disponible (fig. 6-14). En el caso extremo, la protrusión de los incisivos en un paciente que podría haber tenido un apiñamiento grave de los mismos puede dar lugar a la alineación ideal de los arcos dentales a expensas de los labios, que se proyectan hacia delante y tienen problemas para moverse sobre los dientes protruidos. Este trastorno se denomina *protrusión dentoalveolar bimaxilar*, lo que significa simplemente que existe protrusión dental



FIGURA 6-12 La causa habitual de una exposición excesiva de la encía superior es una cara alargada como consecuencia de un crecimiento inferior excesivo del maxilar superior (A), que deja este hueso muy por debajo del labio superior y da lugar a un tercio facial inferior desproporcionadamente alargado. Esto no debe confundirse con la exposición gingival que se observa en los niños a causa de la recesión gingival por una erupción incompleta (B), ni con la exposición gingival causada por una combinación de una erupción incompleta y un labio superior muy corto (C). Las pacientes A y C tienen el tercio inferior de la cara más largo, mientras que en la paciente B el tercio inferior mide aproximadamente lo mismo que el tercio medio.

CUADRO 6-2

LISTA DE LAS DIMENSIONES FACIALES QUE HAY QUE EVALUAR DURANTE LA EXPLORACIÓN CLÍNICA

Frontal en reposo

Al plano medio-sagital

- Punta de la nariz
- Línea media dental maxilar
- Línea media dental mandibular
- Barbilla (mitad de la sínfisis)

Vertical

- Separación de los labios (labios relajados)
- Exhibición del bermellón labial
- Exhibición de los incisivos maxilares (labios relajados)
- Altura facial inferior
- Longitud del pliegue nasolabial
- Altura de la comisura
- Altura de la barbilla

Sonrisa frontal

- Exhibición de los incisivos superiores
- Altura de la corona de los incisivos superiores
- Exhibición gingival
- Arco de la sonrisa
- ¿Canto del plano oclusal?

Anchuras frontales

- Base del ala
- Punta de la nariz
- Corredor vestibular

Perfil

Tercio inferior de la cara

- Proyección maxilar
- Proyección mandibular
- Proyección de la barbilla
- Altura facial inferior

Nariz

- Base de la nariz
- Contorno del dorso de la nariz
- Proyección de la punta de la nariz

Labios

- Relleno del labio
- Surco labiomentoniano

Forma de la garganta

- Ángulo barbilla-garganta
- Longitud de la garganta
- Contorno submentoniano (almohadilla grasa)

en ambos maxilares (fig. 6-15). En ocasiones se le denomina simplemente *protrusión bimaxilar*, un término más sencillo, pero inapropiado, ya que no son los maxilares los que se proyectan, sino los dientes. Los antropólogos físicos utilizan la protrusión bimaxilar para describir las caras en las que ambos maxilares sobresalen en relación con el cráneo, y conviene tener presente las diferencias terminológicas al describir las caras en la literatura antropológica.

Puede haber problemas para determinar qué grado de prominencia de los incisivos resulta excesivo, especialmente cuando se tienen en cuenta los cambios que experimentan con el tiempo las preferencias del público en relación con la prominencia de los labios y el mentón,⁶ así como las diferencias étnicas. Esto es más sencillo si llegamos a comprender la relación que existe entre la postura de los labios y la posición de los incisivos. Los dientes

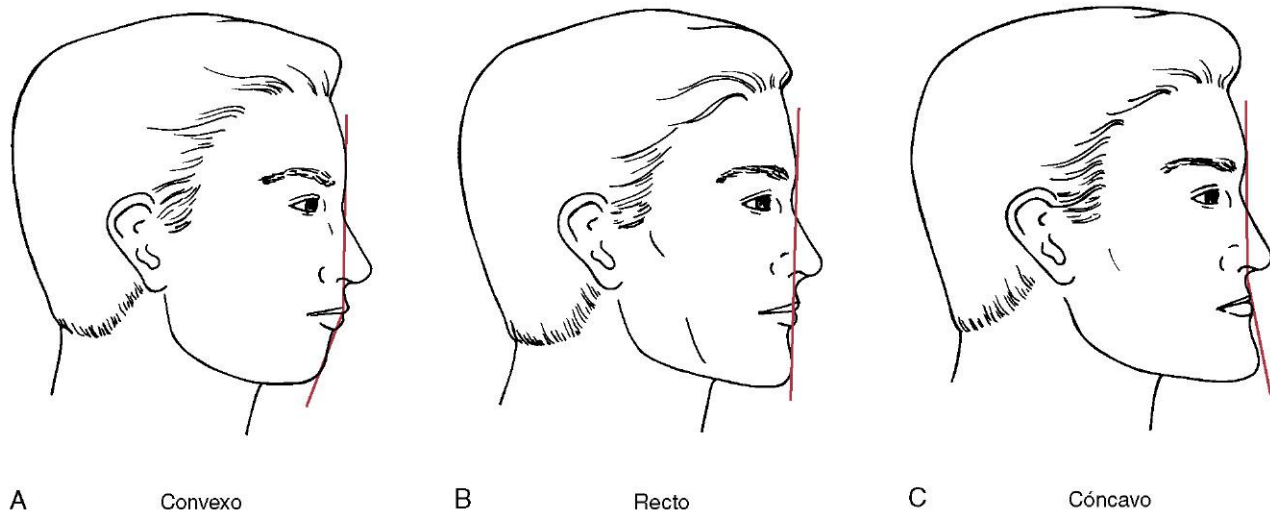


FIGURA 6-13 La convexidad o concavidad del perfil facial es el resultado de una desproporción en el tamaño de los maxilares, pero no nos indica por sí misma cuál es el maxilar defectuoso. Un perfil facial convexo (**A**) indica la existencia de una relación intermaxilar de clase II, y puede deberse a una excesiva proyección anterior del maxilar o a una posición demasiado retrasada de la mandíbula. Un perfil cóncavo (**C**) indica la existencia de una relación de clase III, que puede deberse a una posición muy retrasada del maxilar o a la protrusión anterior de la mandíbula.

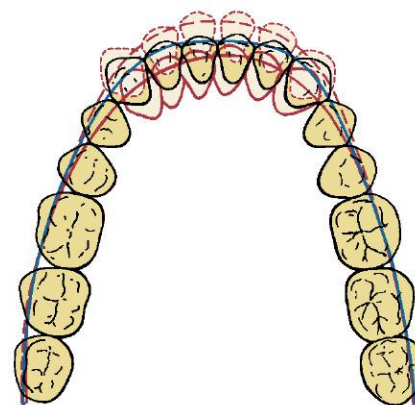


FIGURA 6-14 Si los incisivos se desplazan hacia delante pueden llegar a alinearse siguiendo el arco de un círculo mayor, lo que proporciona más espacio para albergar a los dientes y alivia el apiñamiento. Por el contrario, si los dientes crecen lingualmente, queda menos espacio y se acentúa el apiñamiento. Por este motivo, debemos considerar el apiñamiento y la protrusión como dos aspectos de un mismo problema: el grado de apiñamiento e irregularidad de los incisivos refleja la cantidad de sitio disponible y la posición de los incisivos en relación con el hueso que los soporta.

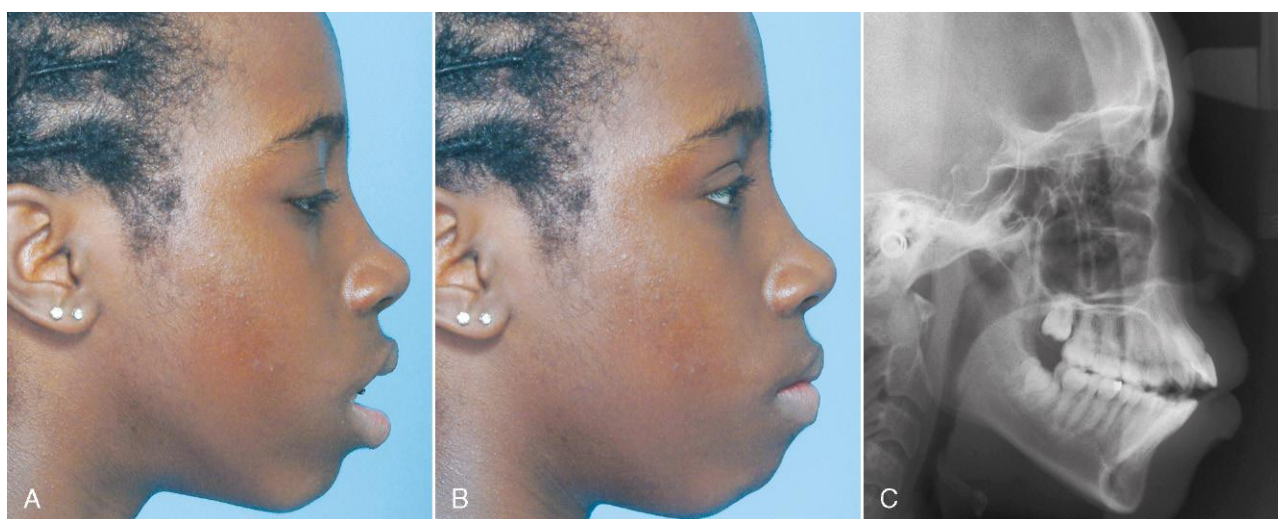


FIGURA 6-15 La protrusión dentoalveolar bimaxilar se refleja en la fisonomía facial de tres formas. **A.** Separación excesiva de los labios en reposo (incompetencia labial). La norma general (que se aplica para todos los grupos raciales) es que la separación labial en reposo no debe superar los 4 mm. **B.** Esfuerzo excesivo para cerrar los labios (tensión labial), y prominencia de los labios vistos de perfil (como en **A** y **B**). Recuérdese la necesidad de que existan las tres características para poder establecer el diagnóstico de protrusión dental; no basta con observar protrusión labial como la vista en la radiografía cefalométrica. **(C.** Cefalometría de la misma chica.) Diferentes grupos raciales, e individuos dentro de estos grupos, tienen grados diferentes de prominencia labial independientemente de la posición de los dientes. Como resultado puede diagnosticarse clínicamente, y no mediante radiografías cefalométricas, una protrusión dental excesiva.

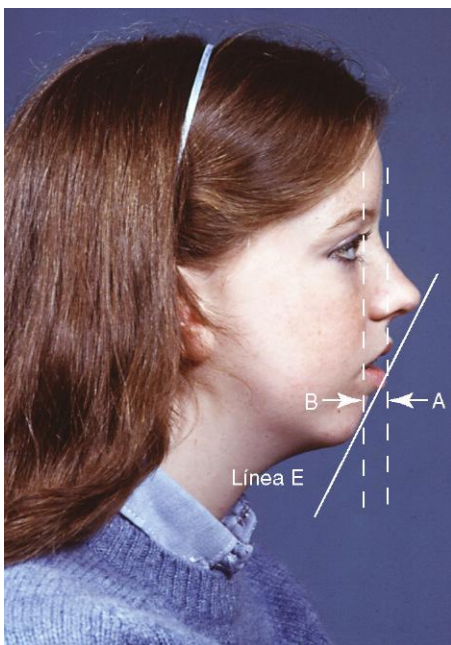


FIGURA 6-16 Para valorar la prominencia labial, hay que observar a qué distancia se proyecta anteriormente cada labio con respecto a una línea vertical verdadera que pase por la concavidad que existe en la base de los labios (puntos A y B de los tejidos blandos) (es decir, se emplea para cada labio una línea de referencia diferente, como se puede ver en la figura). Si existe una prominencia labial superior a 2-3 mm en presencia de incompetencia labial (separación excesiva de los labios en reposo), como ocurre en este caso, ello indica protrusión dentoalveolar. Dado que los observadores perciben la prominencia labial en el marco de las relaciones de los labios con la nariz y el mentón, puede resultar muy útil trazar la línea E (línea estética) entre la nariz y el mentón, y observar la relación entre esta línea y los labios. Como norma general, los labios deben coincidir con la línea E o quedar ligeramente por delante de la misma; esto no contradice la regla general de que la separación de los labios en reposo y la tensión al cerrar los labios constituyen los principales indicadores de un soporte labial excesivo por la dentición.

presentan una protrusión excesiva si (y solo si) se cumplen dos condiciones: 1) los labios son prominentes y están vueltos, y 2) los labios en reposo están separados más de 3 o 4 mm (lo que a veces se conoce como *incompetencia labial*). En otras palabras, la protrusión excesiva de los incisivos se traduce en labios prominentes que están separados en reposo, de forma que el paciente debe esforzarse para juntarlos sobre los dientes prominentes (v. fig. 6-15). En esos casos, la retrusión de los dientes tiende a mejorar el funcionamiento de los labios y también la estética facial. Por otra parte, si los labios hacen prominencia, pero se cierran sobre los dientes sin esfuerzo, la postura de los mismos no dependerá fundamentalmente de la posición de los dientes. En esos casos, la retrusión de los incisivos apenas tendrá efecto sobre el funcionamiento de los labios y producirá cambios escasos o nulos en la prominencia labial.

La prominencia labial está muy influida por las características raciales y étnicas y en gran medida depende también de la edad (v. capítulo 2). Los individuos blancos de origen escandinavo suelen tener labios relativamente finos, con mínima prominencia de los mismos y de los incisivos. Los individuos blancos procedentes del Mediterráneo y de Oriente Medio suelen tener labios e incisivos más prominentes que sus vecinos septentrionales. Los mayores grados de prominencia de labios e incisivos son frecuentes entre



FIGURA 6-17 Para esta chica con una maloclusión de clase II, la retrusión de los incisivos maxilares dañaría el aspecto facial al disminuir el apoyo para el labio superior, ya que haría que la nariz, relativamente grande, pareciera mayor. Se considera el tamaño de la nariz y del mentón cuando se evalúan la posición de los incisivos y la cantidad de soporte labial.

los asiáticos y los negros. Esta diferencia significa simplemente que una posición de labios e incisivos normal para negros o asiáticos sería una protrusión excesiva para la mayoría de los blancos.

Para valorar la postura de los labios y la prominencia de los incisivos, debemos examinar al paciente de perfil y con los labios relajados. La posición del labio superior se valora en relación con una línea vertical que pase por la concavidad que existe en la base del labio superior (punto A de los tejidos blandos), mientras que la posición del inferior se valora en relación con una línea vertical similar que pase por la concavidad situada entre este último y la barbilla (punto B de los tejidos blandos) (fig. 6-16). Si el labio está muy por delante de esa línea, podemos considerar que es prominente; si queda por detrás de la misma, es retrusivo. Cuando los labios son prominentes e incompetentes (separados por más de 3-4 mm), la pauta es que los dientes anteriores protruyen excesivamente. ¿Supone esto algún problema? Eso depende tanto de la percepción del paciente como de los condicionantes culturales, y no solo de una evaluación objetiva.

Al evaluar la protrusión labial conviene tener presente que todo es relativo, y en este caso las relaciones del labio con la nariz y el mentón influyen en la percepción de la tersura labial. Cuanto mayor sea la nariz, más prominente deberá ser el mentón para compensarlo, y resultará estéticamente aceptable un mayor grado de prominencia labial. Puede servirnos de ayuda examinar la prominencia labial en relación con una línea que vaya desde la punta de la nariz hasta el mentón (la línea E del análisis cefalométrico, que puede visualizarse fácilmente durante la exploración clínica; fig. 6-17). Las relaciones faciales verticales y dentales desempeñan también un papel importante aquí. Algunos pacientes con una altura facial inferior corta tienen los labios evertidos y protruyentes debido a que hay un sobrecierre y a que los labios superiores presionan contra el labio superior, no debido a que los dientes protruyen.



FIGURA 6-18 La forma de la garganta se evalúa en términos del contorno de los tejidos submentonarios (rectos es mejor), el ángulo garganta-barbilla (que, idealmente, debería medir unos 90°) y la longitud de la barbilla (cuanto más larga, mejor, hasta un límite). La deposición grasa submentoniana y una posición más baja de la lengua contribuyen a un contorno más escarpado de la garganta, que se convierte, en casos extremos, en una «doble barbilla». **A.** En este chico con un defecto mandibular leve, el contorno de la garganta y el ángulo barbilla-garganta son buenos, pero la garganta es corta (como suele suceder en el caso de mandíbulas cortas). **B.** En esta chica con una mayor proyección del mentón, el contorno de la garganta está afectado por la grasa submentoniana, lo que hace que el ángulo barbilla-garganta sea algo obtuso, pero con una buena longitud de la garganta.

No debe evaluarse solo la prominencia de la barbilla, sino también los contornos del tejido blando submentoniano. La forma de la garganta es un factor importante a la hora de establecer una estética facial óptima; uno de los factores que más influyen en la mala estética de los pacientes con defectos mandibulares (fig. 6-18) es una forma inadecuada de la garganta.

3. Reevaluar las proporciones faciales verticales y valorar el ángulo del plano mandibular. Las proporciones verticales pueden analizarse durante la exploración global de la cara (v. sección previa), aunque a veces se ven más claramente de perfil. Durante la exploración clínica, hay que estudiar la inclinación del plano mandibular en relación con la horizontal verdadera. El plano mandibular se visualiza fácilmente colocando un dedo o el mango de un espejo a lo largo del borde inferior (fig. 6-19). Un ángulo del plano mandibular abierto guarda relación con dimensiones verticales faciales anteriores alargadas y con la tendencia a una mordida abierta anterior esquelética, mientras que un ángulo del plano mandibular cerrado está relacionado con una altura facial anterior disminuida y con maloclusión de mordida abierta.

Este análisis de la morfología facial solo requiere un par de minutos y proporciona datos que no pueden obtenerse a partir de las radiografías ni de los modelos dentales. Esta valoración del facultativo de asistencia primaria es una parte fundamental en la valoración de cualquier candidato al tratamiento ortodóncico.

Relación entre los labios y los dientes: miniestética

Valoración de las proporciones dientes-labio. La valoración de las proporciones dientes-labio empieza con un examen de la simetría, en el que es particularmente importante observar la relación entre la línea media de los dientes de cada arcada y la línea media esquelética de dicha arcada (es decir, la línea

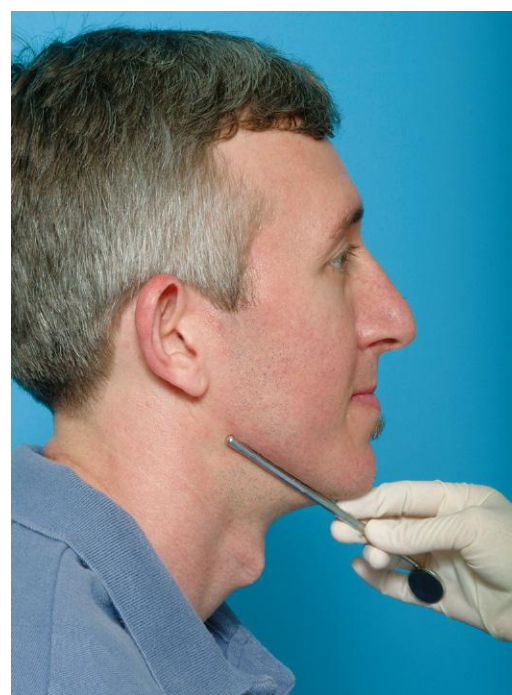


FIGURA 6-19 Puede observarse clínicamente el ángulo del plano mandibular colocando el mango de un espejo u otro instrumento a lo largo del borde inferior de la mandíbula. En este paciente, el ángulo del plano mandibular es normal, ni demasiado inclinado ni demasiado plano.



FIGURA 6-20 Se puede apreciar la inclinación del plano oclusal en las imágenes frontal (A) y oblicua (B). Esta es una «deformidad de rollo» que se debe a la orientación de los maxilares y los dientes, más que a su posición (y que describimos más adelante, en la sección de este capítulo dedicada a la clasificación). Llega a ser un problema estético cuando es muy visible, y un observador profano puede apreciar claramente una inclinación de esta magnitud.

media de los incisivos inferiores en relación con la línea media de la mandíbula, y la línea media de los incisivos superiores en relación con la línea media del maxilar). Los modelos dentales, incluso montados en un articulador, mostrarán la relación entre las líneas medias, pero no aportarán información acerca de las líneas medias dento-esqueléticas. Todo ello debe recogerse durante la exploración clínica.

Un segundo aspecto de las relaciones entre los dientes y los tejidos blandos es la relación vertical entre los tejidos blandos y los labios en reposo y al sonreír. Durante el examen clínico, es importante observar la cantidad de incisivo que se muestra. Para los pacientes que exhiben una cantidad excesiva de incisivos, la causa habitual es un tercio inferior de la cara largo, pero esta no es la única posibilidad (un labio superior corto podría producir el mismo efecto [v. fig. 6-12]). Registrar la altura del labio en el pliegue nasolabial y las comisuras puede ayudar a clarificar la fuente del problema.

Una tercera relación importante que se debe observar es si una rotación transversal completa de la dentición puede observarse cuando el paciente sonríe o los labios están separados en reposo (fig. 6-20). Esto suele recibir el nombre de canto transversal del plano oclusal, pero se describe mejor como un rodete transversal de la línea estética de la dentición (v. también la sección de este capítulo en la que se clasifican los rasgos dentofaciales). Ni los modelos dentales ni una fotografía con retractores labiales lo revelarán. Los dentistas detectan un rodete transversal a 1 mm de lado a lado, mientras que los profanos en la materia lo ven a 2-3 mm, pero en este punto ya es un problema.⁷

Análisis de la sonrisa. Se define la atracción facial más a través de la sonrisa que de las relaciones entre los tejidos blandos en

reposo. Por esta razón, es importante analizar las características de la sonrisa y pensar en la relación entre la dentición y los tejidos blandos faciales tanto dinámica como estáticamente. Hay dos tipos de sonrisa: la de «posar» o sonrisa social y la de disfrutar (también conocida como sonrisa de Duchenne en la literatura de investigación). La sonrisa social es razonablemente reproducible y es la que solemos ofrecer habitualmente al resto del mundo. La sonrisa de disfrutar varía dependiendo de la emoción que se exprese (p. ej., la sonrisa que ponemos cuando nos presentan a alguien no es la misma que la que mostramos cuando nuestro equipo gana el partido más importante del año). El diagnóstico ortodóncico se centra en la sonrisa social.

Al analizar la sonrisa es importante considerar las proyecciones oblicua, frontal y de perfil. Junto con la perspectiva es necesario considerar las siguientes variables (cuadro 6-3).

Cantidad de incisivos y encías expuestos. Utilizando fotografías modificadas por ordenador, algunas investigaciones recientes han establecido los márgenes aceptables para la exposición de los incisivos y la encías (fig. 6-21).⁸ Aunque resulta aceptable un cierto grado de exposición gingival, y puede producir una imagen estética y juvenil, en los adolescentes el labio debe quedar idealmente por debajo del borde gingival, de manera que se pueda ver la mayor parte de los incisivos superiores. Y lo que es más importante, es aceptable una exposición de hasta 4 mm de encía junto con la corona dental, o hasta 4 mm de cobertura labial de la corona de los incisivos. Más allá de estos valores, la sonrisa no es tan atractiva.

Es también importante recordar que la relación vertical del labio con los incisivos cambiará con el tiempo y disminuirá la exposición de los incisivos (v. capítulo 4).⁹ Esto hace incluso

CUADRO 6-3

VARIABLES DE LA SONRISA

Variable	Ideal	Máximo	Mínimo
Variables que se observan mejor en la cara completa			
Arco de sonrisa	Sigue el labio inferior	0,6 mm más alto en los caninos	Más que plano
Corredor bucal (como % de espacio negro de la anchura entre comisuras)	13%	17%	17%
Exposición gingival	2,3 mm de cobertura dental	0,8 mm de cobertura dental	4,5 mm de cobertura dental
Inclinación oclusal	0	2,8°	
Líneas medias dentales superior e inferior	0	3,6 mm	
Variables que se observan en la cara completa o en un primer plano de la parte inferior de la cara			
Línea media dental superior con la cara	0 mm	2,9-3,2 mm	
Discrepancias entre la altura gingival de ambos incisivos centrales superiores	0 mm	2-2,1 mm	
Discrepancias entre la altura gingival de los incisivos lateral y central superiores	-0,4 mm	0,4-1,2 mm	De -1,9 a -2,9 mm
Sobremordida	2-2,3 mm	5,4-5,7 mm	0,4-0,9 mm
Escalón entre los bordes incisales de los incisivos centrales bilaterales superiores	1,2-1,4 mm	2-2,9 mm	

Datos tomados de Ker AJ, Chan R, Fields HW, et al. Esthetic and smile characteristics from the layperson's perspective: a computer-based survey study. J Am Dent Assoc 139:1318-1327, 2008; y de Springer NC, Chang C, Fields HW, et al. Smile esthetics from the patients' perspective. Am J Orthod Dentofac Orthop 140:e171-e180, 2011.

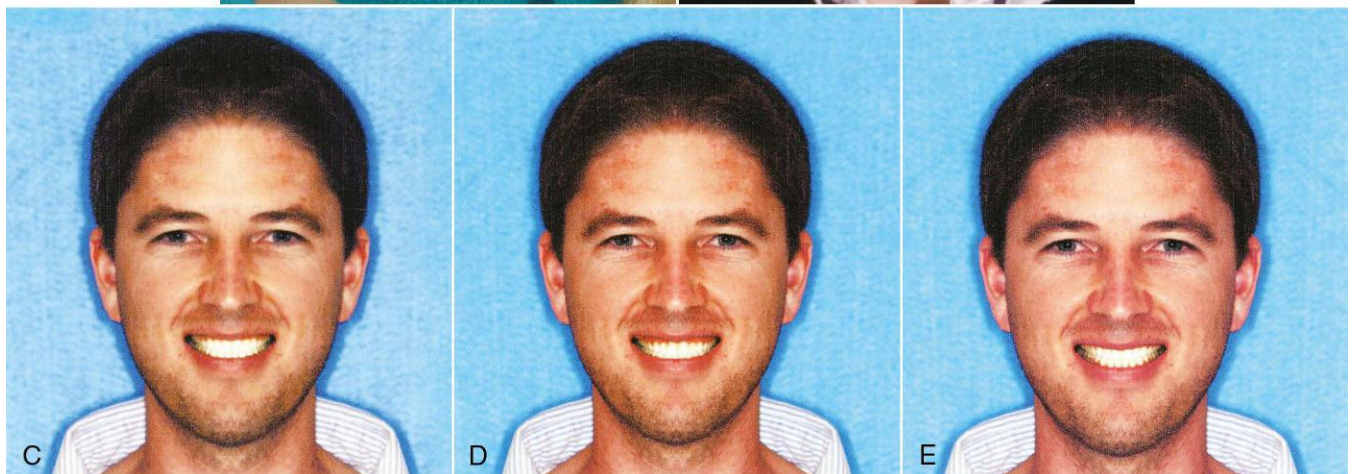


FIGURA 6-21 **A.** La exhibición de todos los incisivos y de parte de la encía al sonreír es una característica juvenil y atractiva. **B.** Una menor exhibición es menos atractiva, a pesar de que el observador no objete nada a su estética. **C-E.** Existen unos márgenes muy amplios para lo que los observadores consideran una exposición aceptable de los incisivos superiores, tal como se puede ver en estas imágenes manipuladas con ordenador. **C** muestra la máxima exposición aceptable, **D** muestra un valor medio (ideal), y **E** muestra la mínima exposición aceptable.

más importante observar la relación dentolabial vertical durante la evaluación diagnóstica y tenerla en mente durante el tratamiento.

Dimensiones transversales de la sonrisa con respecto a la arcada superior. Dependiendo del índice facial, es decir, de la anchura de la cara con respecto a su altura, una sonrisa amplia puede ser más atractiva que una estrecha. Pero ¿qué significa esto exactamente? Una dimensión de interés para los prosthodontistas, y más recientemente para los ortodontistas, es la cantidad de corredor bucal que se muestra al sonreír, esto es, la distancia entre los dientes posteriores maxilares (especialmente los premolares) y el interior de las mejillas (fig. 6-22). Los prosthodontistas consideran que unos corredores bucales excesivamente anchos (en ocasiones denominados «espacio negativo») son antiestéticos y los ortodontistas han observado que el ensanchamiento de la arcada maxilar puede mejorar el aspecto de la sonrisa si el grosor de la mejilla es significativamente mayor que la arcada dental. Aunque la mayoría de los observadores prefieren unos corredores bucales mínimos, especialmente en las mujeres,¹⁰ la anchura transversal de las arcadas dentales puede y debe guardar relación con la anchura de la cara (fig. 6-23). Una arcada superior demasiado ancha, de manera que no deje corredor bucal, resulta antiestética. La relación entre las mejillas y los dientes posteriores al sonreír es solo otra forma de evaluar la anchura de las arcadas dentales.

El arco de la sonrisa. Se define el arco de la sonrisa como el contorno de los bordes incisales de los dientes anterosuperiores en relación con la curvatura del labio inferior durante una sonrisa social (fig. 6-24). Para una mejor apariencia, el contorno

de estos dientes debe coincidir con el del labio inferior. Si el labio y los contornos dentales coinciden, se dice que están en consonancia.

Un arco de sonrisa plano (no consonante) plantea uno de estos dos problemas: es menos atractivo y tiende a hacer que el paciente parezca mayor (debido a que los individuos mayores suelen desgastar los incisivos de manera que aplanan el arco de los dientes). Deben monitorizarse las características del arco de la sonrisa durante el tratamiento, puesto que es sorprendentemente fácil aplanarlo mientras se intentan alcanzar los restantes objetivos del tratamiento. Los datos indican que el factor más importante en el aspecto estético de la sonrisa (el único que por sí solo puede hacer que cambie la valoración de una sonrisa de aceptable a antiestética) es el arco.⁸

Conviene tener presente que los pacientes perciben de manera muy diferente estas características de la sonrisa dentro del contexto de toda la cara (es decir, cuando se miran en un espejo grande montado de tal manera que se pueden ver toda la cara) en lugar de observar únicamente sus labios y dientes (en un espejo de mano que les muestre solo una parte del rostro). En una imagen de toda la cara, el arco de la sonrisa parece más atractivo cuando los bordes de los incisivos superiores y los caninos siguen la curvatura del labio inferior. Son preferibles los corredores bucales pequeños, bastante más pequeños que cuando se juzgan con un espejo de mano. Una inclinación transversal del plano oclusal resulta menos tolerable en la imagen de cara completa, aunque es aceptable una mayor discrepancia entre las líneas medias superior e inferior.^{11,12} Cuando un paciente se queja de estos componentes específicos de la sonrisa, es mejor pedirle que



FIGURA 6-22 A. Antes del tratamiento, esta chica tenía una arcada maxilar estrecha con corredores bucales anchos. Se la trató con expansión de la arcada. B. En la revisión a los 5 años, la sonrisa más ancha (con corredores bucales estrechos pero no obliterados) es parte de la mejoría estética conseguida con el tratamiento de ortodoncia.



FIGURA 6-23 La anchura de la arcada dental maxilar, vista al sonreír, debería ser proporcional a la anchura de la mitad de la cara. **A.** Una sonrisa amplia es apropiada para una cara con una anchura relativamente grande entre los arcos cigomáticos, mientras que se prefiere una sonrisa más estrecha (**B**) cuando la cara es también más estrecha. Se trató adecuadamente a la paciente **B** con la extracción de los premolares maxilares para evitar la sobreexpansión durante el tratamiento.



FIGURA 6-24 El arco de la sonrisa es la relación entre la curvatura del labio inferior y la curvatura de los incisivos superiores. El aspecto de la sonrisa es mejor cuando coinciden las curvaturas. **A.** Un arco de sonrisa plano, que es menos atractivo tanto en hombres como en mujeres, antes del tratamiento. **B.** La sonrisa de la misma chica después del tratamiento mejoró con solo alargar los incisivos maxilares; en su caso, con carillas de porcelana en lugar de ortodoncia.

indique aquello que le preocupa mientras se refleja en un espejo grande que le permita ver toda su cara; tal como los demás le ven en la vida real.

El atractivo facial y el sexo influyen mucho en algunos de estos rasgos, y el cuadro 6-4 muestra un margen aceptable para aquellas características en las que esto es importante. Aunque existen pequeñas diferencias entre grupos étnicos¹³ y nacionalidades (incluso entre canadienses y norteamericanos)¹⁴ a la hora de juzgar el aspecto estético de la sonrisa, estos intervalos de seguridad han demostrado una cierta similitud en grupos de origen predominantemente europeo. Por el momento no disponemos de datos similares sobre grupos de origen asiático y africano.

Aunque la relación entre la cara y el arco de la sonrisa, la exposición gingival, el corredor bucal y la línea media superior varía significativamente en una imagen de cara completa, las características que describimos a continuación y que representan la microestética no se ven afectadas por el tamaño de la imagen. Los pacientes pueden examinar estas características de cerca en un espejo de mano o en una imagen de cara completa, y realizar juicios muy parecidos. El contexto y el atractivo faciales apenas influyen, y no se observan diferencias entre sexos.

Aspecto dental: microestética

Se han sobrevalorado las sutilezas en las proporciones y la forma de los dientes y contornos gingivales asociados en la literatura que ha surgido acerca de la «odontología estética» en los últimos años. Es necesaria una evaluación similar para el desarrollo de un listado del problema ortodóncico si se quiere obtener un resultado estético óptimo. En el capítulo 7 se analiza el plan de tratamiento para corregir los problemas de este tipo.

Proporciones de los dientes. La sonrisa muestra los dientes anterosuperiores y dos aspectos de las relaciones proporcionales son componentes importantes de su aspecto: las anchuras de los dientes relacionadas entre sí y las proporciones altura/anchura de los dientes individuales.

Relaciones entre las anchuras y la «proporción áurea».

Las anchuras aparentes de los dientes anterosuperiores al sonreír y su anchura mesiodistal real son diferentes debido a la curvatura de la arcada dental. En concreto, solo puede verse parte de la corona de un canino en una vista frontal. Para un mejor aspecto, la anchura aparente del incisivo lateral (como se percibiría en un examen frontal directo) debería ser el 62% de la anchura del incisivo central, la anchura aparente del canino debería ser el 62% de la del incisivo lateral y la anchura aparente del premolar debería ser el 62% de la del canino (fig. 6-25). Esta proporción del 62% recurrente se presenta en otras relaciones de la anatomía humana y recibe el nombre de «proporción áurea». Tenga o no un significado místico, es una guía excelente cuando los incisivos laterales son desproporcionadamente pequeños o (menos frecuente) grandes y las proporciones de anchura del central y el lateral son la mejor manera de determinar cuál debería ser el tamaño postratamiento del incisivo lateral. Este mismo razonamiento se utiliza cuando se estrechan los caninos para reemplazar a incisivos laterales ausentes.

Relación altura-anchura. La figura 6-26 muestra las relaciones altura-anchura para los incisivos centrales maxilares. Obsérvese que la anchura de los dientes debería ser el 80% de su altura. Al examinar a un paciente de ortodoncia es importante observar la altura y la anchura debido a que si se observan desproporciones puede determinarse qué parámetro no es correcto. El incisivo central que se ve en la figura 6-26, B parece casi cuadrado. Su anchura era de 8,7 mm y su altura de 8,5 mm. Los 8 mm de anchura se encuentran en medio del intervalo normal y la altura es corta. Existen varias causas posibles: erupción incompleta en el niño que podría corregirse por sí sola con el desarrollo, pérdida de altura de la corona por la atrición en un paciente mayor que puede indicar la restauración de la parte perdida de la corona, altura gingival excesiva que se trata mejor con un alargamiento coronario, quizás la distorsión inherente en la forma de la corona que sugiere una restauración más extensa, con carillas de porcelana o coronas de recubrimiento

CUADRO 6-4

VARIABLES ESTÉTICAS: MÁXIMOS Y MÍNIMOS ESTÉTICAMENTE ACEPTABLES CONSIDERANDO EL ATRACTIVO FACIAL Y EL SEXO

En algunas variables de la sonrisa influyen el atractivo facial y el sexo. Esto puede plantear dificultades prácticas debido a la necesidad de determinar el atractivo facial del paciente. Para simplificar la aplicación de la información, presentamos a continuación los márgenes aceptables o el «denominador común» para todos los niveles de atractivo facial.

Variables de la sonrisa	Sexo	Máximo	Mínimo
Corredor bucal (porcentaje de espacio oscuro de la distancia entre comisuras)	M	24	15
	F	17	10
Exposición gingival (milímetros de cobertura de los dientes)	M	0,5	1
	F	0,5	0,5
Arco de sonrisa (milímetros de los caninos por encima + o por debajo – del borde incisal)	M	3,8	1,8
	F	3,8	1,8
Línea media superior con la cara	M	2,3	0
	F	2	0

Tomado de Chang C, Springer NC, Fields HW, et al. Smile esthetics from patients' perspective for faces of varying attractiveness. Am J Orthod Dentofac Orthop 140:e171-e180, 2011.

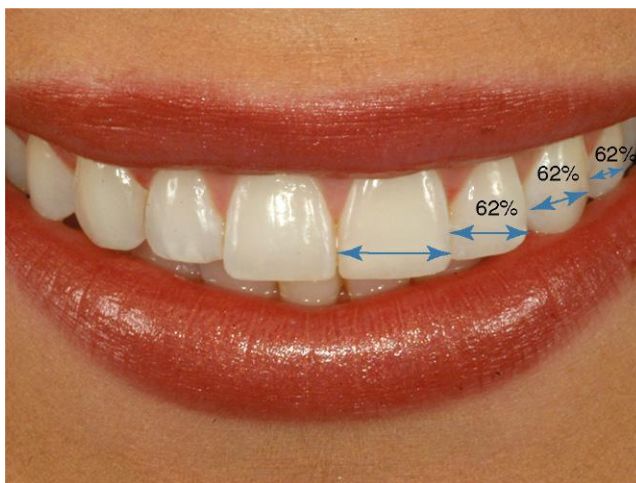


FIGURA 6-25 Las proporciones ideales entre la anchura de los dientes vistos de frente son una de las muchas ilustraciones de la «proporción áurea», 1:0,62:0,38:0,24, etc. En este primer plano de unos dientes atractivos al sonreír, puede verse que la anchura del incisivo lateral es el 62% de la anchura del incisivo central; la anchura (aparente) del canino es el 62% de la anchura del incisivo lateral y la anchura (aparente) del primer premolar es el 62% de la anchura del canino.

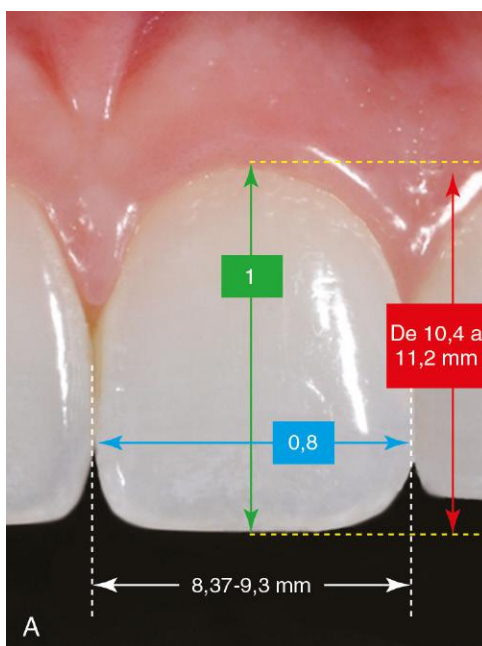


FIGURA 6-26 **A.** Proporciones altura-anchura para los incisivos centrales maxilares con los intervalos normales de anchuras y alturas. La anchura de los dientes debería ser un 80% de su altura. **B.** Los incisivos centrales de esta paciente parecen casi cuadrados debido a que su anchura es normal pero su altura no. Uno de los objetivos del tratamiento ortodóncico es el aumento de la altura de la corona. Cómo hacerlo dependerá de las consideraciones de mini- y macroestética.

total (v. capítulo 18). Deben incluirse la desproporción, y su posible causa, en el listado de problemas del paciente para focalizar la atención en hacer algo antes de terminar el tratamiento de ortodoncia.

Alturas, forma y contorno gingivales. Son necesarias alturas gingivales proporcionales para producir un aspecto dental normal y atractivo (v. fig. 6-24). Por lo general, el incisivo central tiene el nivel gingival más elevado, el incisivo lateral está aproximadamente 1,5 mm más bajo y el margen gingival del canino está de nuevo al nivel del incisivo central. Es particularmente importante mantener estas relaciones gingivales cuando se utilizan los caninos para reemplazar a incisivos laterales perdidos o cuando se planifica sustituir otros dientes. Tanto los profanos como los dentistas detectan fácilmente diferencias de más de 2 mm.

La forma gingival se refiere a la curvatura de la encía en el margen del diente. Para un mejor aspecto, la forma gingival de los incisivos laterales superiores debería ser un medio óvalo o un medio círculo simétrico. Los centrales y caninos maxilares deben exhibir una forma gingival más elíptica y que esté orientada distalmente con respecto al eje axial del diente (fig. 6-27). El cenit gingival (el punto más apical del tejido gingival) debe localizarse distal al eje longitudinal de los centrales y caninos maxilares, mientras que el cenit gingival de los incisivos laterales maxilares debería coincidir con su eje longitudinal.

Conectores y troneras. Estos elementos, que se muestran en la figura 6-28, tienen también mucha importancia en el aspecto de la sonrisa, y se convierten en problemas si son incorrectos. El conector (que recibe también el nombre de área de contacto

interdental) es la zona en la que parece que se tocan los dientes adyacentes y puede extenderse apical u oclusalmente desde el punto de contacto real. En otras palabras, el punto de contacto real tiende a ser un área muy pequeña y el conector incluye el punto de contacto y las zonas por encima y por debajo que están tan cerca que da la sensación de que se tocan. La altura normal del conector tiene su valor máximo entre los incisivos centrales

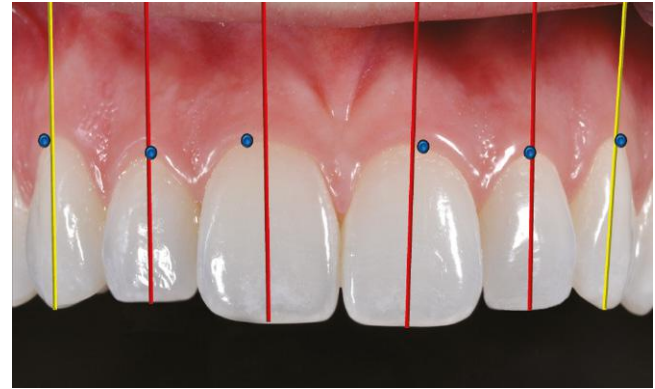


FIGURA 6-27 Para tener un aspecto ideal, la encía situada por encima de los incisivos centrales y los caninos superiores debe describir una semielipse horizontal (es decir, aplanada en sentido horizontal), con su cenit (el punto más alto del contorno) distal a la línea media del diente. Por el contrario, el contorno gingival del incisivo lateral superior forma un semicírculo, cuyo cenit coincide con la línea media del diente. El contorno gingival del canino forma una semielipse vertical, cuyo cenit queda inmediatamente distal a la línea media.

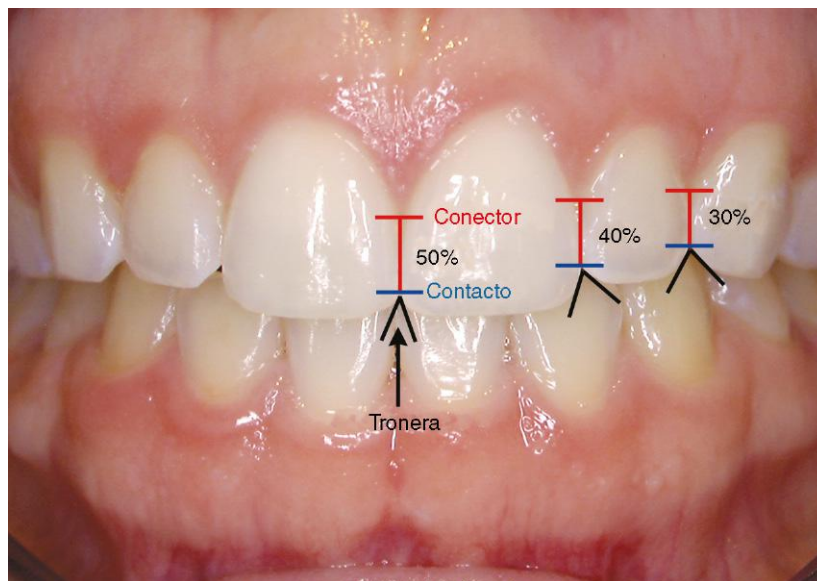


FIGURA 6-28 Los puntos de contacto de los dientes maxilares se mueven gingivalmente de manera progresiva desde los incisivos centrales hacia los premolares, de forma que la tronera incisal es más grande progresivamente. El conector es la zona que parece estar en contacto en una imagen frontal sin aumentos. Obsérvese que disminuye de tamaño desde los incisivos centrales hacia atrás. Los conectores que son demasiado cortos suelen ser parte del problema cuando aparecen «triángulos negros» entre los dientes debido a que las troneras no están rellenas con las papilas gingivales.

y disminuye desde estos dientes hasta los dientes posteriores, moviéndose apicalmente en una progresión desde los incisivos centrales hasta los premolares y molares. Las troneras (los espacios triangulares incisales y gingivales al contacto) tienen, idealmente, un tamaño mayor que los conectores. Las papilas interdentales rellenan las troneras.

Troneras: triángulos negros. Las papilas interdentales cortas dejan una tronera gingival abierta sobre los conectores. Estos «triángulos negros» pueden darle un aspecto muy antiestético a los dientes al sonreír. Los triángulos negros de los adultos suelen aparecer debido a la pérdida de tejido gingival relacionado con la enfermedad periodontal, pero cuando se corrigen con ortodoncia unos incisivos maxilares rotados y apiñados en adultos, el conector se mueve incisalmente y pueden aparecer los triángulos negros, especialmente en casos de un apiñamiento grave (fig. 6-29). Por esta razón, durante la exploración ortodóncica han de observarse los triángulos negros reales y potenciales. Además, el paciente ha de estar preparado para la posible necesidad de recontornear los dientes para minimizar este problema estético.

Tono y color del diente. El tono y el color de los dientes cambian con la edad y muchos pacientes perciben esto como

un problema. Los dientes son más claros y brillantes en la juventud y más oscuros al aumentar la edad. Esto está relacionado con la formación de dentina secundaria a medida que disminuye el tamaño de la pulpa y se adelgaza el esmalte vestibular, lo que da lugar a una disminución de la traslucidez y a una mayor contribución de la dentina subyacente (más oscura) en el tono del diente. Una progresión normal del cambio del tono desde la línea media hacia atrás contribuye de manera significativa al aspecto atractivo y normal de una sonrisa. Los incisivos centrales maxilares tienden a ser los más brillantes de la sonrisa, los incisivos laterales menos y los caninos son los menos brillantes. Los primeros y segundos premolares se parecen más a los incisivos laterales. Son más claros y brillantes que los caninos.

Actualmente, incluso los pacientes jóvenes están cada vez más pendientes de la posibilidad de blanquearse los dientes para conseguir un aspecto más juvenil y pueden beneficiarse de ello al final de un tratamiento de ortodoncia. Si el tono y el color del diente son problemas potenciales, debería encontrarse en el listado de problemas ortodóncicos y se incluye en el plan de tratamiento final si así lo quiere el paciente.



FIGURA 6-29 A. Incisivos maxilares apiñados y rotados al inicio del tratamiento ortodóncico en un adulto. B. Tras alinear los incisivos, existía un triángulo negro entre los incisivos centrales. C. Con el aparato de ortodoncia aún en posición, se recontornearon los incisivos para alargar el conector de la línea media moviendo el punto de contacto apicalmente. D. Una vez cerrado el espacio, ya no se notaba el triángulo negro.

¿Qué registros diagnósticos se necesitan?

Los registros diagnósticos ortodóncicos tienen un doble cometido: documentar las condiciones previas al tratamiento (después de todo, si uno no sabe dónde ha empezado, es difícil saber a dónde va) y completar la información obtenida en la exploración clínica. Es importante recordar que los registros son complementarios y que no sustituyen la exploración clínica.

Los registros ortodóncicos se clasifican en las mismas tres categorías fundamentales que se utilizan para desarrollar la base de datos diagnóstica, los registros para evaluar: 1) la salud de los dientes y las estructuras orales; 2) la alineación y las relaciones oclusales de los dientes, y 3) las proporciones de la cara y los maxilares, lo que incluye las fotografías faciales, las radiografías cefalométricas y las imágenes de tomografía computarizada (TC). Actualmente, la fotografía digital ha desbancado a la fotografía en película convencional, y lo mismo están haciendo las imágenes digitales con las radiografías.

Salud de los dientes y las estructuras bucales

Una de las principales indicaciones de las radiografías intra-bucles (que deben realizarse de rutina a todos los pacientes sometidos a tratamiento ortodóncico complejo) es la de comprobar la situación inicial de los tejidos duros y blandos. Se pueden llevar a cabo cinco proyecciones intrabucales estandarizadas: proyecciones derecha, central e izquierda con los dientes en oclusión, y proyecciones oclusales maxilar y mandibular (v. fig. 6-77). Para ello es necesario que el paciente retraiga las mejillas y los labios al máximo. Si existe algún problema especial de los tejidos blandos (p. ej., desprendimiento gingival en los dientes anteriores superiores), se deberá obtener una radiografía adicional de esa zona.

Una radiografía panorámica resulta muy útil para la evaluación ortodóncica casi a cualquier edad a partir de los años de la dentición mixta precoz. La imagen panorámica presenta dos ventajas importantes sobre una serie de radiografías intra-orales: ofrece una visión más amplia y, por consiguiente, tiene más probabilidades de mostrar posibles lesiones patológicas y dientes supernumerarios o impactados, y la exposición a la radiación es muy inferior. Ofrece también una imagen de los cóndilos mandibulares, que puede ser muy útil por derecho propio y también como método de cribado para determinar si se necesita una TCHC o una resonancia magnética (RM) de la articulación. A menudo, los síntomas de la ATM se deben a problemas del disco intraarticular o de los ligamentos suspensorios, que no se visualizan en las radiografías pero pueden identificarse con la RM. En una publicación reciente sobre un estudio multicéntrico se describen detalladamente los estudios por imagen de la ATM y las recomendaciones actuales para su uso.¹⁵

Cuando se requiera mayor detalle de estas estructuras, la proyección panorámica deberá completarse con radiografías periapicales y con aletas de mordida. En la tabla 6-5 se recogen las recomendaciones americanas vigentes para los estudios radiológicos dentales (de cara a la detección de alteraciones patológicas). Además, en niños y adolescentes pueden ser necesarias las proyecciones periapicales de los incisivos cuando existan indicios o sospecha de reabsorción radicular o enfermedad periodontal agresiva. El principio es pedir radiografías periapicales u otras como complemento de la radiografía

TABLA 6-5

Directrices del Ministerio de Salud Pública de EE. UU.: exploración radiológica dental para detectar posibles anomalías

Condición	Radiografías recomendadas
Asistencia odontológica regular	
Ausencia de caries previas	Radiografía panorámica únicamente
Ausencia de patología obvia	
Antecedentes de fluoración	
Caries previas	Añadir aletas de mordida
Caries obvias	
Caries profundas	Añadir placas periapicales solo de la zona afectada
Enfermedad periodontal	Añadir aletas de mordida o placas periapicales solo de la zona afectada

Tomado de American Dental Association/U.S. Food and Drug Administration. Guidelines for Prescribing Dental Radiographs, revisado en 2009.

panorámica solo si existe una indicación específica para hacerlo. En la tabla 6-6 se muestran las dosis de radiación de la radiología dental moderna.

Un problema frecuente que suele obligar a realizar un seguimiento radiográfico es el de la identificación de un canino superior sin erupcionar que no puede palparse en el vestíbulo bucal a la edad dental de 10 años. Gracias a su popularización, la TCHC se ha convertido en el método preferido para localizar los caninos (fig. 6-30). Las imágenes tridimensionales (3-D) reales permiten evaluar mejor la posición del diente impactado y los daños en las raíces de otros dientes. En la sección de este capítulo dedicada al análisis de las imágenes tridimensionales se describen las aplicaciones de estas imágenes, incluido su uso como sustituto de las radiografías panorámicas y cefalométricas.

Alineación dental y oclusión

Para evaluar la oclusión se necesitan impresiones para obtener modelos dentales o para escanearlas y transferirlas a la memoria de un ordenador y poder obtener un registro de la oclusión que permitan correlacionar entre sí los modelos o las imágenes. En algunos casos, pero no en todos, puede ser necesario transferir el arco facial a un articulador. En las secciones siguientes analizamos estas opciones.

Modelos físicos frente a virtuales. Con independencia de que haya que preparar modelos diagnósticos ortodóncicos físicos o virtuales, conviene obtener una impresión de los dientes que ofrezca además el máximo desplazamiento de los labios y las mejillas. Es importante poder visualizar la inclinación de los dientes, y no solo la posición de las coronas. Si la impresión no es bastante amplia, se puede pasar por alto información diagnóstica importante. Si hay que vaciar las impresiones en escayola sin

TABLA 6-6

Dosis y riesgos de los equipos modernos de radiología

Técnica	Dosis efectiva en μSv	Dosis como múltiplo de dosis media* de una radiografía panorámica	Días de fondo per cápita [†]	Probabilidad de neoplasia mortal $\times$ millón [‡]
Técnicas intraorales				
Imagen PA o PBW simple con receptor digital y colimación rectangular	2	0,1	6 h	0,1
Imagen PA o PBW simple con receptor digital y colimación redonda	9	1,1	2,1	0,5
FMX con receptores digitales y colimación rectangular	35	2,2	4,3	2
4 PBW con receptores digitales y colimación rectangular	5	0,3	0,6	0,3
FMX con receptores digitales y cono redondo	171	11	21	9
FMX con película D Speed y cono redondo [§] (no de metodología moderna)	388	24	47	21
Proyecciones simples extraorales				
Panorámica: digital [†]	16	1	2	0,9
Cefalométrica: digital	5,5	0,3	0,7	0,3
Tomografía computarizada de haz cónico (TCHC)				
NewTom 3G de campo visual amplio	68	4	8	4
Galileos: exposición adulta	128	8	16	7
Galileos: exposición pediátrica (estimada)	42	3	5	2
Kodak 9000: campo de visión medio (oscila entre 5-38)	21	1,5	3	1

Por cortesía del Dr. John Ludlow; revisado el 23 de noviembre de 2010.

FMX, serie bucal completa; PA, periapical; PBW, aleta de mordida.

*Promedio de cinco unidades: Sirona: Orthophos XG; Palmeca: ProMax; Kodak 9000; SOREDEX: SCANORA 3D; Instrumentarium Dental: OP200 D con VT.

[†]3.000 μSv de radiación de fondo omnipresente. NCRP informe n.º 145, 2003.

[‡]Dosis en $\mu\text{Sv} \times 5,5 \times 10^{-2}$.

[§]Calculado como valor de película de velocidad F $\times$ 2,3.

tardar demasiado, las impresiones de alginato resultan satisfactorias; si se van a producir modelos virtuales se necesita un material de impresión más exacto y estable (como alginato modificado o polisiloxano).

Como mínimo, se debe obtener una mordida entera o un registro de polisiloxano de la interdigitación habitual del paciente (intercuspidación máxima), y comprobar que no difieren significativamente de la posición de contacto inicial. Una desviación anterior de 1-2 mm respecto de la posición retruida no tiene demasiada importancia, a menos que cree una seudorrelación de clase III, pero conviene reseñar cuidadosamente las desviaciones laterales o anteriores de mayor magnitud y obtener un registro de la mordida en una posición aproximada de relación céntrica.

Los moldes dentales para uso ortodóncico suelen recortarse para que sus bases queden simétricas (fig. 6-31), y después se

pulen (o si se utilizan registros electrónicos, se preparan las imágenes para que parezcan moldes recortados y pulidos). Esto se hace por dos razones: 1) si se examinan los moldes con una base simétrica orientada en relación con la línea media del paladar, es mucho más fácil analizar la forma de la arcada y detectar posibles asimetrías en las arcadas dentales, y 2) el paciente acepta mucho mejor la presentación de unos moldes cuidadosamente recortados y pulidos, que pueden ser necesarios durante cualquier consulta acerca del tratamiento ortodóncico. Por convención, estos moldes recortados y pulidos reciben entonces el nombre de modelos. En la práctica de la ortodoncia, los modelos virtuales están desbancando rápidamente a los modelos físicos debido a que no se necesita espacio para almacenarlos y pueden utilizarse para la fabricación de aparatos asistida por ordenador.

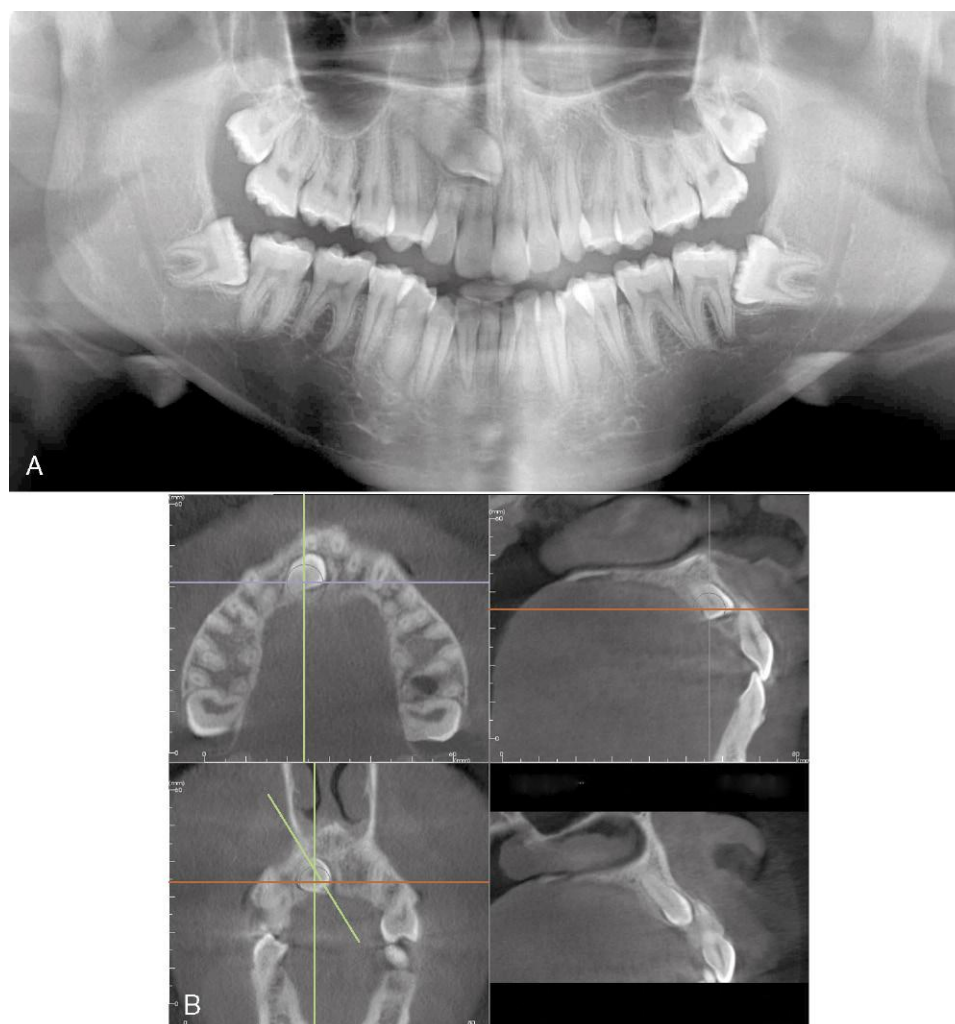


FIGURA 6-30 Canino superior impactado, visto en una radiografía panorámica **(A)** y en cortes de TCHC en distintos planos del espacio **(B)**. (Para tener una imagen tridimensional general de un caso parecido, v. fig. 6-57.) En una radiografía panorámica es imposible evaluar el grado de reabsorción radicular de los incisivos centrales bilaterales, y es difícil determinar si el canino ocupa una posición vestibular o lingual respecto de los incisivos. En los cortes de TCHC se aprecia que la raíz del incisivo lateral está dañada pero la del incisivo central está intacta, aunque muy cerca de la corona del canino, y este se encuentra en el lado palatino. Esta información obliga a modificar el plan de tratamiento que se habría elaborado si la radiografía panorámica se hubiese acompañado de radiografías periapicales que nos indicaran la posición palatina del canino, pero no los detalles de su relación con los demás dientes: es importante que el ortodoncista mueva primero el canino en sentido palatino, alejándolo de los incisivos, antes de empezar a bajarlo hacia el plano oclusal. De no ser así, es casi seguro que la raíz del incisivo central resultará dañada al mover el canino.

Actualmente, existen dos maneras de generar modelos digitales: escaneando impresiones con láser, o escaneando modelos obtenidos a partir de impresiones. A pesar de todos los esfuerzos realizados en la última década, todavía no se ha ideado un método para visualizar las zonas deprimidas de las impresiones con un haz de láser. Se obtienen resultados bastante aceptables fabricando modelos provisionales y escaneándolos después, y varias empresas ofrecen actualmente modelos digitales bastante satisfactorios obtenidos de ese modo.

La forma ideal de generar modelos digitales sería escaneando el interior de la boca con un láser, eliminando la necesidad de impresiones que no gusten a los pacientes, y que requieren además un procesamiento adicional para obtener un modelo físico o virtual. Igual que cuando hay que escanear una impresión, las zonas

deprimidas darían problemas si escaneáramos únicamente desde el lado oclusal, de manera que un modelo creado directamente de un escaneo intraoral de la superficie oclusal solo mostraría los dientes en toda la altura de su contorno. Aunque esto no resultaría aceptable como registro diagnóstico, bastaría para poder fabricar arcos de alambre mediante un robot para dobleces controlado por ordenador. Esta tecnología se comercializa ya actualmente y se describe en el capítulo 10. También se podría emplear una varilla para escanear el interior de la boca y obtener datos de las zonas deprimidas; probablemente este será el método que se utilice habitualmente cuando disminuyan los costes.

Montaje en el articulador. Sigue siendo tema de controversia la conveniencia de montar los modelos en un articulador como parte de la valoración diagnóstica ortodóncica. Existen tres

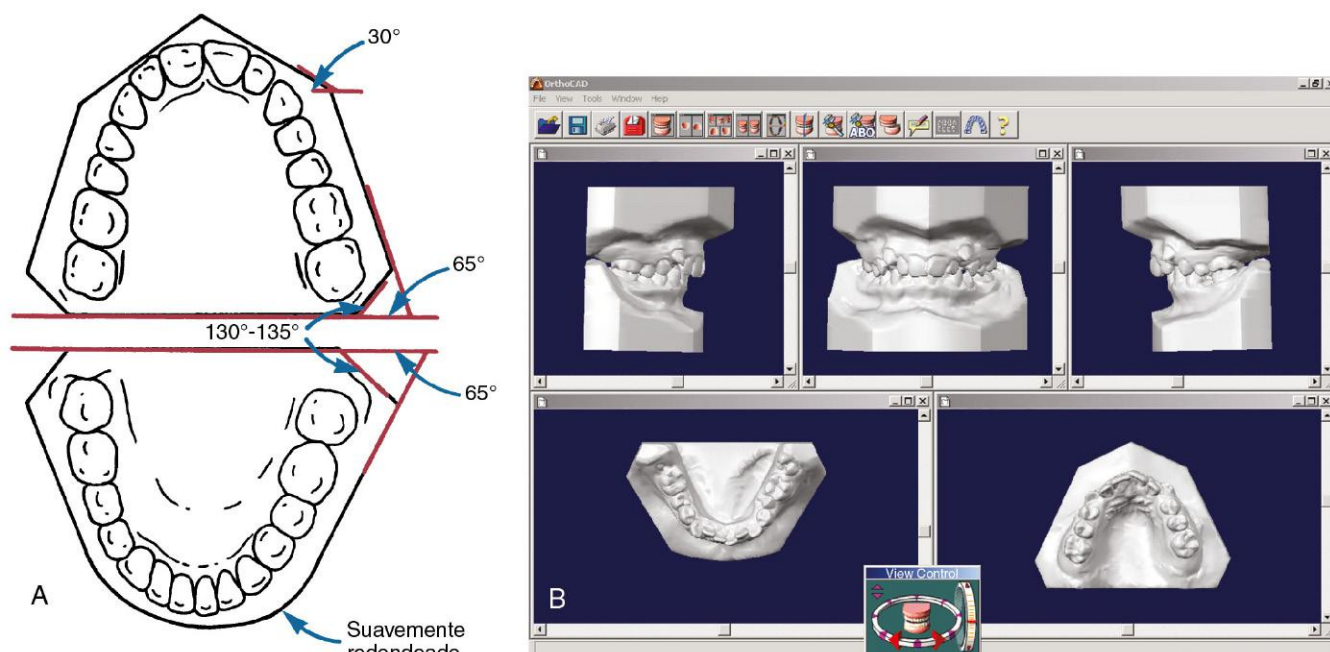


FIGURA 6-31 A. Tradicionalmente, los modelos ortodóncicos se cortan con bases simétricas. Los bordes posteriores se recortan perpendicularmente a la línea sagital media, que se puede visualizar fácilmente formando el rafe palatino medio en la mayoría de los pacientes. Los ángulos indicados para los modelos son meras sugerencias; la simetría es más importante que la angulación exacta. B. Los modelos digitalizados, producidos a partir de cortes hechos con láser de las impresiones de los modelos intermedios, se preparan con bases simétricas que ayudan al observador a detectar asimetrías en las arcadas dentales.

razones para montar los modelos en un articulador. En primer lugar, registrar y confirmar cualquier discrepancia que exista entre las relaciones oclusales durante el contacto inicial de los dientes y las relaciones durante la oclusión habitual o completa del paciente. En segundo lugar, registrar las trayectorias laterales y de recorrido de la mandíbula, para confirmarlas y facilitar el estudio de las relaciones dentales durante el movimiento mandibular. La tercera razón es poder visualizar la orientación del plano oclusal respecto de la cara, aunque para esto se utilizan cada vez con más frecuencia las cefalografías posteroanteriores (PA) o las imágenes de TCHC.

Conociendo la relación oclusal central cuando los cóndilos están colocados «correctamente», es importante a los efectos del diagnóstico ortodóncico saber si existe alguna diferencia entre esta y la intercuspidación habitual. Por desgracia, en la actualidad no existe un consenso sobre la posición de central «correcta», aunque la posición «guiada por los músculos» (la posición más alta a la que el paciente puede llevar su mandíbula empleando su propia musculatura) parece la más adecuada en ortodoncia. Actualmente, se acepta en términos generales que en los individuos normales esta posición neuromuscular es anterior a la posición condilar más retruida. Las desviaciones laterales o las desviaciones anteriores importantes no son normales y deben registrarse. Los modelos montados en articuladores son una forma de hacerlo, aunque no la única.

La segunda razón para montar los modelos, la de registrar las trayectorias de desplazamiento, es importante cuando se planifica un tratamiento restaurador, ya que los contornos de los

dientes restaurados o sustituidos deben adaptarse a la trayectoria de movimiento. Esto no es tan importante en pacientes cuyas posiciones dentales y relaciones mandibulares puedan cambiar durante el tratamiento.

Se acepta actualmente que en los pacientes ortodóncicos que están en los años de preadolescencia y de comienzo de la adolescencia (es decir, cuando aún no se ha completado el estirón puberal) no hay motivos para montar los modelos en articuladores. Los pacientes de estas edades no han desarrollado plenamente los contornos de la ATM, por lo que la dirección condilar del movimiento es mucho menos prominente que en los adultos. En un adulto, la forma de la fosa temporal refleja la función durante el crecimiento. Por consiguiente, hasta que se alcanza la función madura de los caninos y en tanto que los patrones de masticación cambian desde los de un niño a los de un adulto normal (v. capítulo 3), no debemos esperar que se completen la apófisis articular y el contorno medial de la articulación. Además, las relaciones entre la dentición y la articulación que se observan en los articuladores cambian rápidamente mientras continúa el crecimiento esquelético, por lo que solo suelen tener un interés histórico tras el tratamiento ortodóncico.

La situación varía en el caso de los individuos que han completado o casi completado su crecimiento. En adultos con síntomas de disfunción temporomandibular (chasquidos, limitación de la movilidad, dolor), se deben montar los modelos en articuladores. Este método puede ser útil para demostrar la existencia de discrepancias entre las posiciones mandibulares de oclusión y de

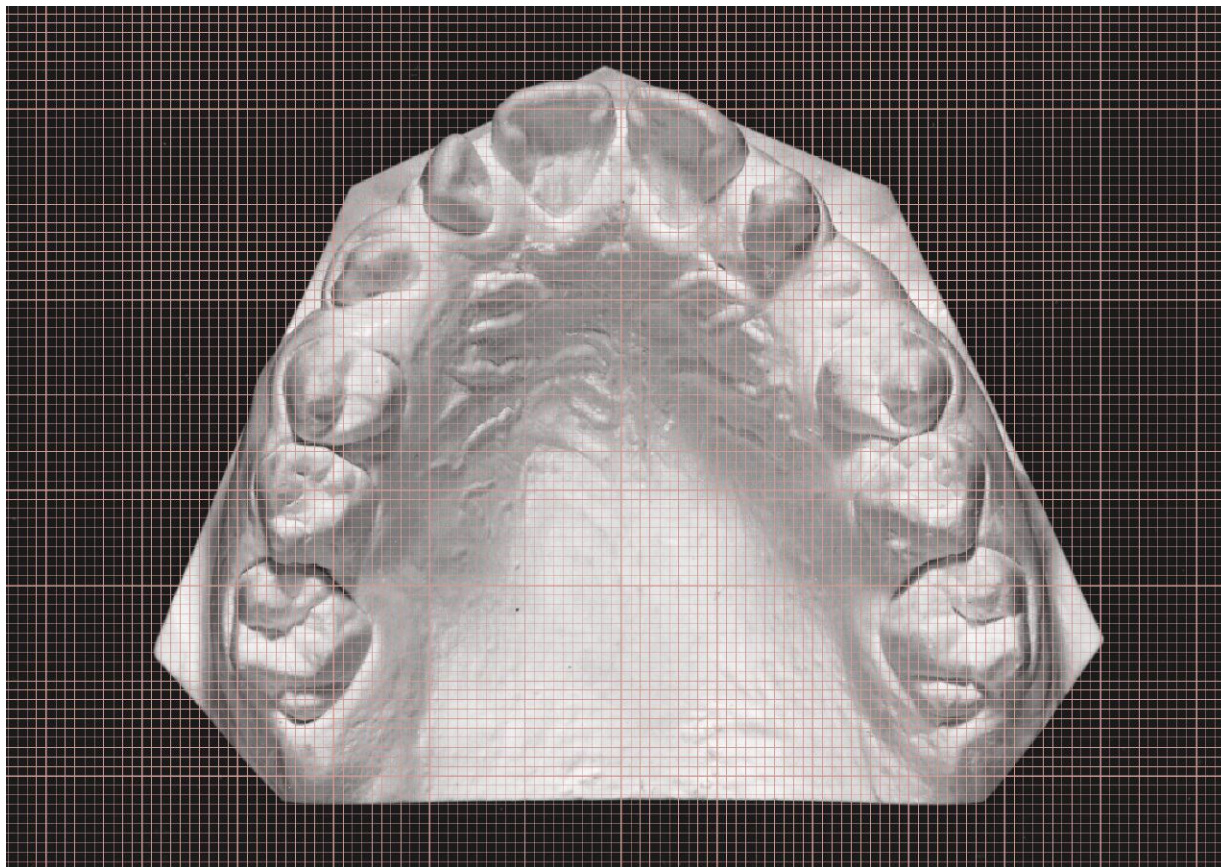


FIGURA 6-32 Si se coloca una cuadrícula milimetrada transparente sobre el modelo dental, de modo que el eje de la misma coincida con la línea media, resulta más fácil detectar posibles asimetrías en la forma del arco dental (en este ejemplo, el lado izquierdo del paciente es más ancho que el derecho) y en la posición de los dientes (los molares han derivado anteriormente en el lado derecho). Esto se puede hacer igualmente bien con moldes reales o virtuales.

retrusión. Estos pacientes pueden requerir tratamiento para reducir el espasmo muscular y entablillar antes de proceder a montar el articulador. También puede ser necesario montar los modelos en un articulador para planificar el tratamiento ortodóncico o quirúrgico de pacientes adultos con asimetrías o una inclinación muy marcada del plano oclusal.

Articuladores virtuales. También existe la posibilidad de utilizar un articulador virtual. Aunque los programas informáticos utilizados para planificar el tratamiento quirúrgico nos permiten ya conseguir algo parecido, el articulador virtual dista bastante todavía de convertirse en una realidad en el momento de escribir estas líneas, ya que se necesitan unos modelos dentales muy exactos y también una forma muy precisa para correlacionarlos entre sí y con los maxilares.

Para correlacionar los modelos virtuales entre sí se han investigado dos métodos. El primero consiste en usar las rugas palatinas como estructura estable con la que se pueden relacionar los modelos. Esto tiene la ventaja de que se consigue

una referencia independiente de los dientes cercanos a las mismas, y el inconveniente de que su exactitud es cuestionable debido a que las rugas no son ni mucho menos una referencia estable. El segundo consiste en utilizar tres escaneados: uno de cada modelo maxilar y mandibular, y otro de los modelos de oclusión, que muestre únicamente las superficies faciales (fig. 6-32). Aunque este método ya ha sido convalidado y podemos considerar que es potencialmente mejor que el de las rugas palatinas,¹⁶ tiene también una exactitud cuestionable debido a que no existe un punto externo de referencia para los modelos articulados.

Idear un medio para correlacionar los modelos virtuales con el esqueleto facial resulta más difícil todavía. En teoría, podríamos utilizar radiografías 3-D para transferir un arco facial virtual que nos proporcionara una relación con la cara mejor que la que se puede obtener con un arco facial físico. De hecho, todavía no se ha desarrollado esta tecnología, pero es casi seguro que podremos disponer de ella en el futuro.

Aspecto facial y dental

A todos los pacientes ortodóncicos se les deben analizar las proporciones faciales y maxilares, y no solo las relaciones oclusales. Para ello, se puede llevar a cabo una exploración minuciosa de la cara del paciente (como se describió anteriormente), pero es necesario realizar radiografías cefalométricas, fotografías faciales y, a veces, TC para respaldar los hallazgos clínicos.

Como sucede con todo registro radiográfico, las placas cefalométricas solo deben solicitarse cuando estén indicadas. En el tratamiento ortodóncico global, casi siempre hay que realizar una placa cefalométrica lateral, ya que las relaciones maxilares y la posición de los dientes cambian con frecuencia durante el tratamiento y no es posible comprender los cambios sin las superposiciones cefalométricas. Es una irresponsabilidad proceder a modificar el crecimiento de un niño sin obtener una radiografía cefalométrica antes del tratamiento. Para tratar problemas infantiles de poca importancia o para el tratamiento coadyuvante de los adultos, no suelen ser necesarias radiografías cefalométricas, ya que no se modificarán significativamente las relaciones maxilares ni la posición de los incisivos. La indicación fundamental para una radiografía cefalométrica frontal (PA, no anteroposterior) es la asimetría facial y, en la actualidad, esto es también una indicación para las imágenes 3-D (v. más adelante la sección de análisis de imágenes 3-D).

Durante muchos años, una serie de radiografías faciales ha sido una parte estándar de los registros para el diagnóstico ortodóncico. Lo mínimo son tres radiografías: frontal en reposo, frontal sonriendo y de perfil en reposo, pero puede ser valioso tener un registro de las relaciones dentolabiales en otras vistas (v. fig. 6-75). La foto de sonrisa oblicua, por ejemplo, proporciona una vista excelente de las relaciones dentolabiales y del arco de la sonrisa. Aunque ya disponemos de fotografías tridimensionales, que representan una herramienta experimental muy útil (v. fig. 2-11), tienen poco que aportar a una evaluación diagnóstica ortodóncica y, a pesar de la tendencia actual al uso de imágenes tridimensionales, es poco probable que se generalice su uso para este cometido.

Con la aparición de los registros digitales, actualmente es fácil obtener un segmento corto de un vídeo digital mientras el paciente sonríe y pasarlo de una vista frontal a una de perfil. Todas estas imágenes proporcionan un análisis detallado de las relaciones faciales en reposo y en función, y proporcionan el mejor conjunto de registros fotográficos. Sin embargo, si hay que obtener imágenes fijas a partir del vídeo se necesita una videocámara de gran calidad, ya que con las cámaras utilizadas habitualmente los fotogramas individuales tienen muy poca resolución y puede que convenga analizar las imágenes fotograma a fotograma. Conviene tener presente que incluso las fotografías de mejor calidad nunca son un sustituto de la exploración clínica cuidadosa, son solo un registro de lo que se observó clínicamente o de lo que debería haberse observado y registrado.

A modo de resumen, deberán siempre obtenerse unos registros diagnósticos mínimos para cualquier paciente ortodóncico: modelos dentales rebajados para representar las relaciones oclusales (o su equivalente electrónico), una radiografía panorámica completada con placas periapicales apropiadas de la mordida y los datos del análisis de la morfología facial. También es necesaria una radiografía cefalométrica lateral y fotografías intraorales/faciales en todos los casos, a excepción de aquellos que solo necesitan tratamiento coadyuvante o de poca importancia, y se necesitan técnicas de imagen tridimensionales (que describimos más detalladamente a continuación) para aquellos pacientes con dientes impactados, asimetrías esqueléticas y otros problemas especiales.

ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DIAGNÓSTICOS

En la sección anterior sobre la valoración clínica se incluyen comentarios sobre el análisis de las radiografías intrabucales, así como información acerca de los hallazgos clínicos intrabucales y faciales registrados fotográficamente. En esta sección, nos centraremos en cuatro cosas: 1) el análisis de los modelos dentales para evaluar el exceso o la falta de espacio y la simetría de las arcadas dentales; 2) el análisis cefalométrico de las relaciones dentofaciales; 3) el análisis de las TCHC en 3-D, y 4) la integración de la información procedente de todas estas fuentes en un formato orientado al problema que facilite el plan de tratamiento.

Análisis de modelos: simetría, espacio y tamaño del diente

Simetría

Durante la exploración facial/estética, deberá haberse detectado cualquier posición asimétrica de todo un arco dental. Este hallazgo suele acompañarse de asimetría en la forma del arco, pero también puede aparecer sin alterar aparentemente la simetría facial. Si colocamos una cuadrícula milimetrada transparente sobre el arco dental superior, orientándola sobre el rafe palatino medio, resulta más fácil detectar cualquier distorsión en la forma del arco dental (fig. 6-33), incluso en los modelos físicos o virtuales.

También puede producirse una asimetría en la arcada dental, pero con una forma de arcada simétrica. Esto suele deberse a una deriva lateral de los incisivos (especialmente en aquellos casos en los que un apiñamiento muy marcado induce la pérdida prematura de un canino primario en uno de los lados) o a una deriva de los dientes posteriores de un lado como consecuencia de la pérdida precoz de un molar primario. La cuadrícula milimetrada nos ayuda también a determinar dónde se ha producido una deriva de los dientes.

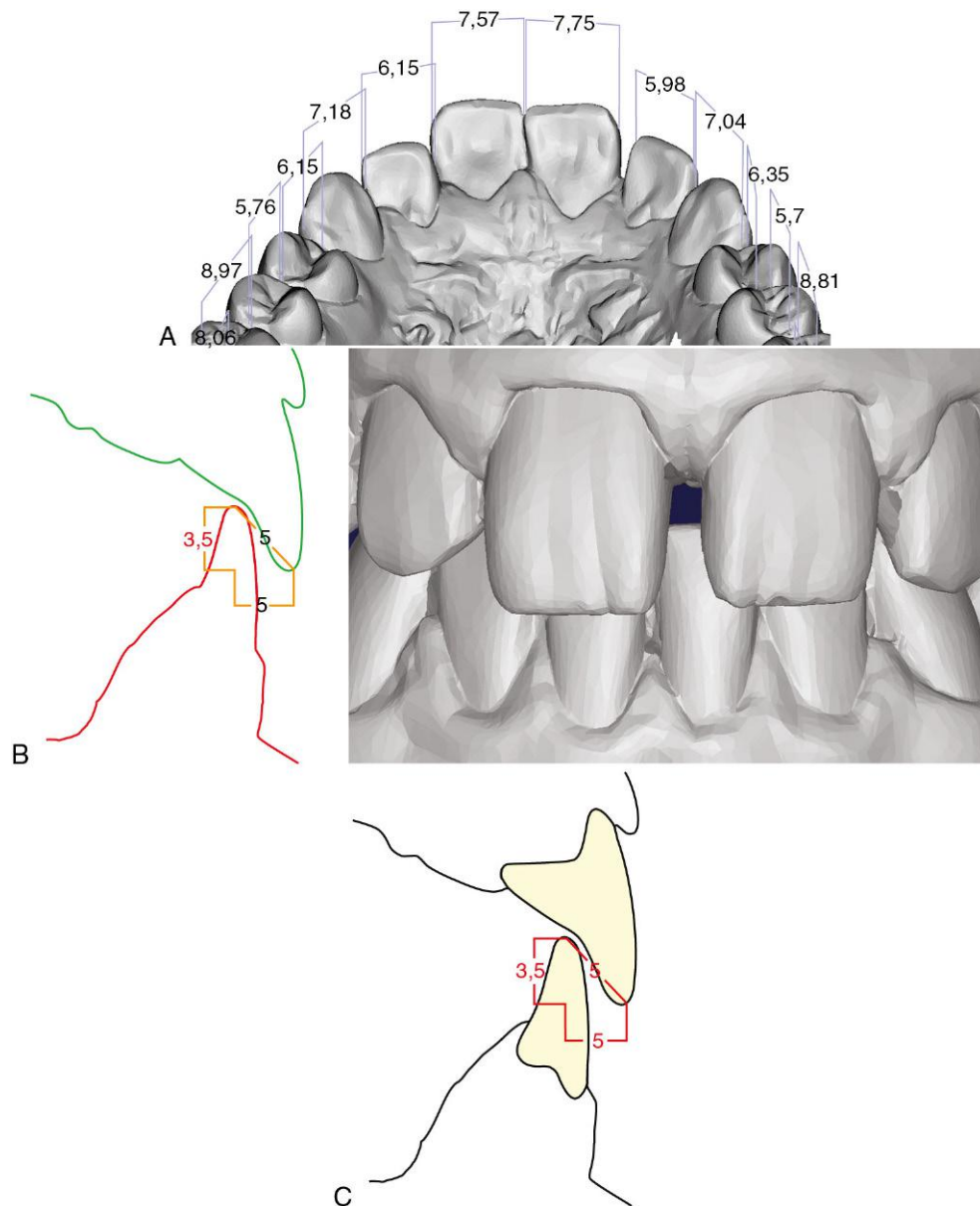


FIGURA 6-33 A. Se pueden efectuar mediciones muy exactas sobre un modelo virtual como ese, obtenido escaneando con láser una impresión, en lugar de vaciando la impresión en cemento piedra. Para relacionar los modelos virtuales entre sí se pueden utilizar como referencia las rugas palatinas, que se visualizan muy bien en una imagen oclusal como esta. Esto funciona razonablemente bien para las dimensiones transversales y anteroposteriores, pero no tanto para la dimensión vertical. B. Primer plano de los modelos virtuales en oclusión. También se pueden escanear con láser los modelos reales desde esta perspectiva para relacionar los modelos virtuales en oclusión. C. Utilizando modelos virtuales tridimensionales en oclusión se pueden visualizar y medir con exactitud el resalte y la sobremordida.

Alineación (apiñamiento): análisis del espacio

Es importante cuantificar el apiñamiento de las arcadas, ya que el tratamiento varía en función de la magnitud del mismo. Esta cuantificación requiere un análisis espacial con modelos dentales para medir el tamaño de los dientes en comparación con el espacio disponible para ellos.

Este análisis es especialmente valioso a la hora de evaluar el grado de apiñamiento que puede sufrir un niño en dentición

mixta; en este caso, debe incluirse la predicción del tamaño de los dientes permanentes no erupcionados. El análisis del espacio de la dentición mixta se trata en el capítulo 11.

Análisis del tamaño de los dientes

Para lograr una buena oclusión, los dientes superiores e inferiores deben tener un tamaño proporcionado. Si se combinan dientes superiores grandes con dientes inferiores pequeños, como sucede

TABLA 6-7

Relaciones entre el tamaño de los dientes

Suma de 3-3 anteriores superiores	Suma de 3-3 anteriores inferiores	Suma total de 6-6 superiores	Suma total de 6-6 inferiores
40	30,9	86	78,5
41	31,7	88	80,3
42	32,4	90	82,1
43	33,2	92	84
44	34	94	85,8
45	34,7	96	87,6
46	35,5	98	89,5
47	36,3	100	91,3
48	37,1	102	93,1
49	37,8	104	95
50	38,6	106	96,8
51	39,4	108	98,6
52	40,1	110	100,4
53	40,9		
54	41,7		
55	42,5		

cuando se coloca una dentadura postiza de dimensiones desproporcionadas, no hay forma de conseguir una oclusión ideal. Aunque la dentición natural encaja muy bien en la mayoría de los individuos, aproximadamente un 5% de la población presenta algún grado de desproporción en el tamaño dental, situación que se conoce como *discrepancia en el tamaño de los dientes*. La causa más frecuente es una variación en la anchura de los incisivos laterales superiores o una anomalía en su tamaño (grandes, pequeños o en clavija), aunque también pueden observarse variaciones en el tamaño de los premolares u otros dientes. En ocasiones, todos los dientes superiores son demasiado grandes o demasiado pequeños y no encajan bien con los dientes inferiores.

El análisis del tamaño de los dientes, denominado con frecuencia *análisis de Bolton*, tomando el nombre de quien lo desarrolló, se lleva a cabo midiendo la anchura mesiodistal de cada diente permanente. Se utiliza entonces una tabla estándar (tabla 6-7) para comparar las anchuras sumadas de los dientes maxilares con respecto a los mandibulares y la anchura total de todos los dientes superiores e inferiores (excluyendo los segundos y terceros molares). Una ventaja de medir anchuras de dientes individuales en la cuadrícula del ordenador durante el análisis espacial es que el ordenador puede proporcionar con rapidez el análisis del tamaño del diente (fig. 6-34).

Es posible realizar una rápida comprobación de la posible discrepancia en el tamaño de los dientes anteriores, comparando el tamaño de los incisivos laterales superiores e inferiores. A menos que los superiores sean mayores, es casi seguro que exista

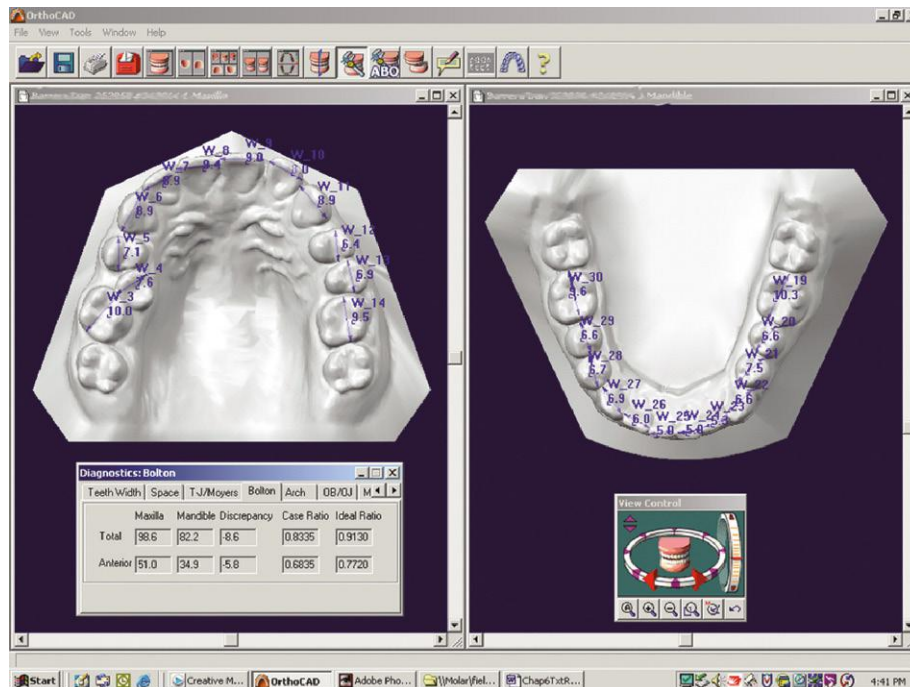


FIGURA 6-34 También es muy fácil analizar el tamaño de los dientes (análisis de Bolton) sobre los modelos digitales. Para ello hay que medir con mucha exactitud la anchura de cada diente, de manera que se pueda comparar la suma de la anchura de los incisivos de una arcada, y la suma de la anchura de todos los dientes, con las sumas de la otra arcada (v. tabla 6-7). Si comparamos las arcadas dentales de este modo, debemos tener presente que el análisis asume unas inclinaciones comparables de los incisivos en ambas arcadas, por lo que resulta engañoso en pacientes con discrepancias intermaxilares que tienen los incisivos enderezados en una arcada y proclivados en la otra.

discrepancia. Una comprobación rápida para la discrepancia en el tamaño de los dientes posteriores es comparar el tamaño de los segundos premolares superiores e inferiores, que deberían tener aproximadamente el mismo tamaño. Una discrepancia inferior a 1,5 mm rara vez resulta significativa, pero las más acusadas crean problemas en el tratamiento de la consecución de relaciones oclusales ideales y deben ser incluidas en el listado de problemas ortodóncicos.

Análisis cefalométrico

La aparición de la cefalometría radiológica en 1934, de la mano de Hofrath en Alemania y Broadbent en EE. UU., permitió la posibilidad de utilizar una nueva técnica clínica y experimental para estudiar la maloclusión y las desproporciones esqueléticas subyacentes (fig. 6-35). En un principio, la cefalometría iba dirigida al estudio de los patrones de crecimiento del complejo craneofacial. Los conceptos sobre el desarrollo normal que se comentan en los capítulos 2 y 3 provienen fundamentalmente de estos estudios cefalométricos.

Sin embargo, pronto se comprobó que las placas cefalométricas podían emplearse para valorar las proporciones dentofaciales y desentrañar las bases anatómicas de la maloclusión. El ortodoncista necesita conocer las relaciones que existen entre los principales componentes funcionales de la cara (base del cráneo, maxilares, dientes) y relacionarlos entre sí (fig. 6-36). Las maloclusiones son el resultado de una interacción entre la posición de los maxilares y la que adoptan los dientes al emerger, que se ve afectada por las relaciones entre los maxilares (v. en el capítulo 4 el comentario sobre la compensación o adaptación dental). Por este motivo, dos maloclusiones que pueden parecer similares en los modelos dentales a veces resultan ser bastante diferentes al llevar a cabo un estudio más completo (fig. 6-37). A pesar que una evaluación cuidadosa de la cara puede proporcionar esta información, el análisis cefalométrico permite una precisión mayor.

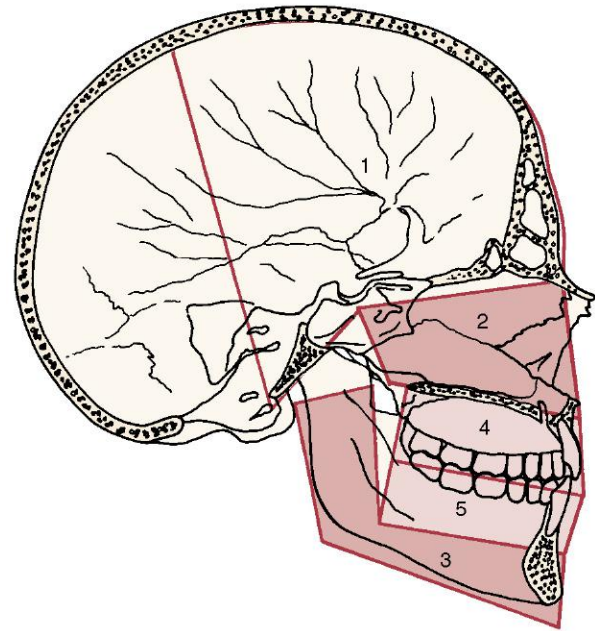


FIGURA 6-36 Componentes estructurales de la cara superpuestos sobre una lámina anatómica. El cráneo y la base craneal (1), el maxilar y el complejo nasomaxilar óseos (2) y la mandíbula ósea (3) son partes de la cara que están presentes aunque no haya dentición. Los dientes y los procesos alveolares superiores (4) e inferiores (5) son unidades funcionales independientes que pueden desplazarse en relación con el soporte óseo maxilar y mandibular, respectivamente. El objetivo principal del análisis cefalométrico se centra en determinar las relaciones de estos componentes funcionales en los planos anteroposterior y vertical del espacio.

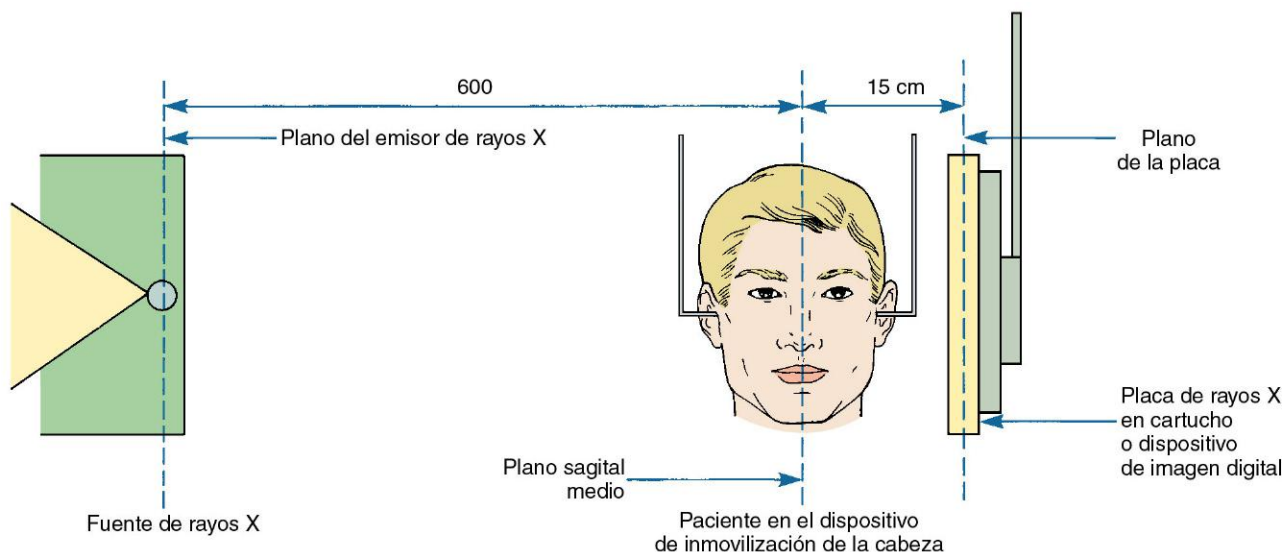


FIGURA 6-35 Representación esquemática de la colocación estándar para la cefalometría en EE. UU. Por convención, la distancia entre el emisor de rayos X y el plano sagital medio del sujeto es de 150 cm. La distancia que existe entre el plano sagital medio y el cartucho puede variar, pero siempre debe ser la misma en cada paciente.

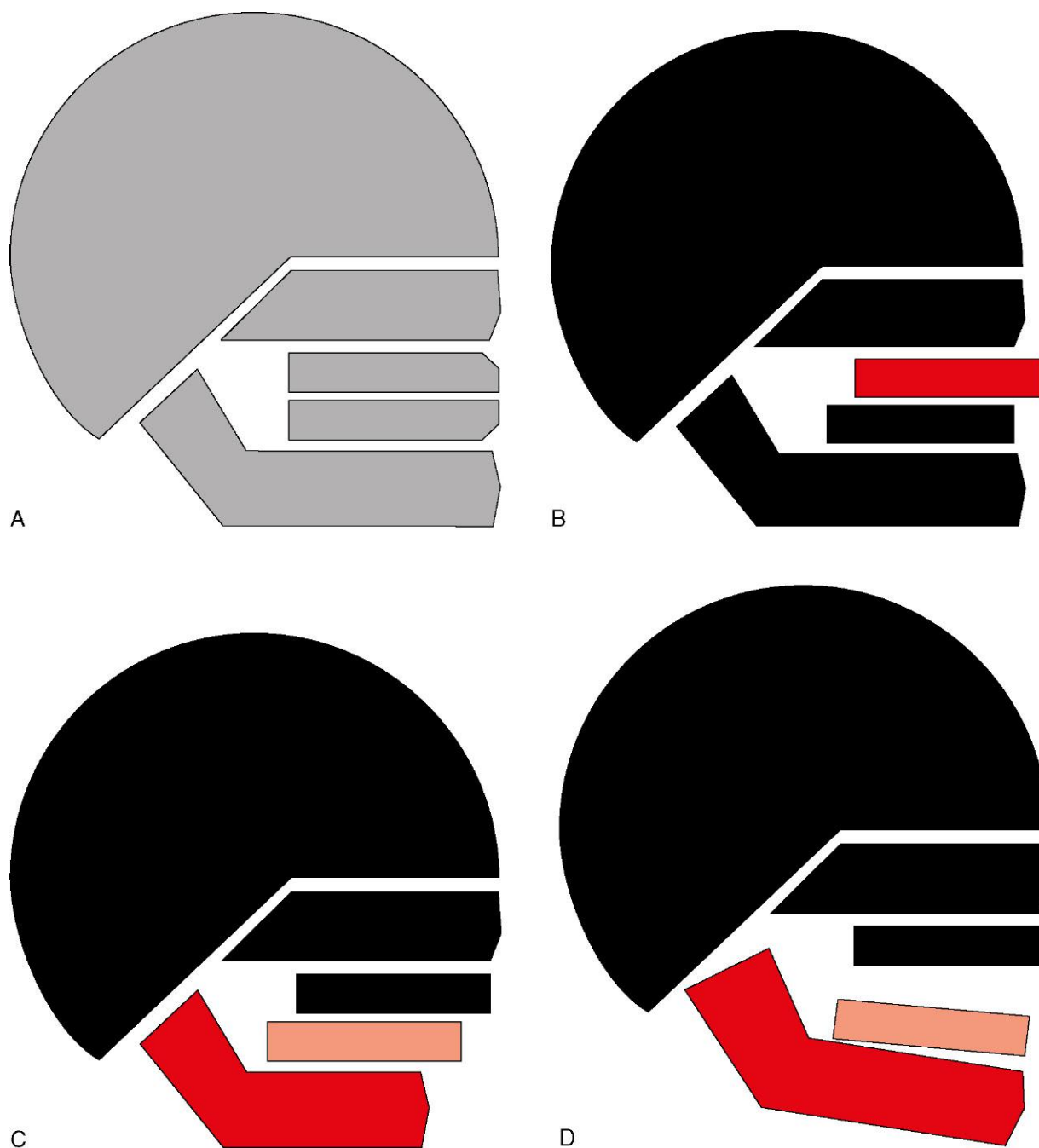


FIGURA 6-37 Las relaciones ideales de los componentes dentales y faciales se representan como se muestra en **A**. El análisis cefalométrico distingue y aclara las diferentes contribuciones dentales y esqueléticas a las maloclusiones que presentan relaciones dentales idénticas. Por ejemplo, una maloclusión de clase II, división 1 puede deberse a **(B)** la protrusión de los dientes maxilares a pesar de que las relaciones entre los maxilares eran normales, **(C)** un defecto mandibular con los dientes de ambas arcadas relacionados normalmente con los maxilares, **(D)** una rotación posteroinferior de la mandíbula producida por un crecimiento vertical excesivo del maxilar o por otras causas. El objetivo del análisis cefalométrico es visualizar la contribución de las relaciones dentales y esqueléticas a la maloclusión de esta manera, no generar una tabla de números que sean estimadores de las relaciones. Las mediciones, así como otros procedimientos analíticos, son un medio de comprender las relaciones dentales y esqueléticas en un determinado paciente.

Las radiografías cefalométricas no se toman como estudio de la patología, pero no debe pasarse por alto la posibilidad de observar cambios patológicos en ellas. Ocasionalmente, en las radiografías cefalométricas se revelan anomalías no sospechadas previamente en la columna vertebral (fig. 6-38) o cambios degenerativos en las vértebras. En ocasiones, también pueden observarse otros cambios patológicos en el cráneo, los maxilares o la base del cráneo.¹⁷ Esto adquiere una importancia muy especial cuando se obtienen imágenes tridimensionales de la cabeza (v. a continuación) y es necesario que un radiólogo examine esas imágenes para confirmar que el ortodoncista no ha pasado nada por alto al evaluar las proporciones dentales y faciales.

Quizá la aplicación clínica más importante de la cefalometría radiológica es la detección y valoración de los cambios inducidos por el tratamiento ortodóncico. Pueden superponerse radiografías cefalométricas seriadas obtenidas antes, durante y después del tratamiento para estudiar retrospectivamente los cambios experimentados en la posición de los maxilares y los dientes (fig. 6-39). Los cambios observados se deben a una combinación entre el crecimiento y el tratamiento (excepto en los adultos que han dejado de crecer). Si no se revisan las superposiciones cefalométricas, es casi imposible llegar a saber lo que ocurre realmente durante el tratamiento de un paciente que esté creciendo, y es esta la principal utilidad de este tipo



FIGURA 6-38 En las radiografías cefalométricas pueden observarse alteraciones vertebrales; a veces las descubre el ortodoncista. El paciente presenta una fusión de las vértebras cervical segunda y tercera y la apófisis odontoides se extiende en el margen del agujero magno. Se trata de una situación que pone en peligro la vida del paciente debido a que un golpe en la cabeza o una hiperextensión de la misma puede lesionar la médula espinal en el agujero.

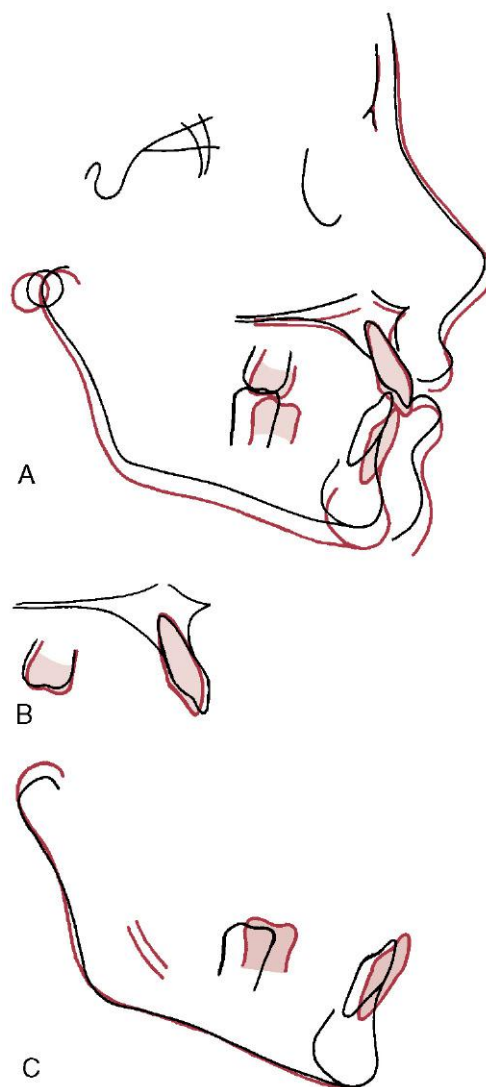


FIGURA 6-39 Las tres principales superposiciones cefalométricas que muestran los trazados de un mismo individuo en un momento anterior (*negro*) y otro posterior (*rojo*). **A.** Superposición de la parte anterior de la base del cráneo a lo largo de la línea SN. Esta superposición permite visualizar el patrón general de cambios faciales, que son una combinación del crecimiento y el tratamiento en los niños que reciben este tipo de terapia. Se puede observar en este paciente que la mandíbula ha crecido hacia abajo y hacia delante, mientras que el maxilar lo ha hecho directamente hacia abajo, permitiendo la corrección de la maloclusión de clase II. **B.** Superposición del maxilar, específicamente sobre el contorno del paladar detrás de los incisivos y a lo largo del plano palatino. Esta imagen permite observar los cambios de los dientes superiores en relación con el maxilar. En el caso de este paciente, se han producido cambios mínimos; el más notable es un avance del primer molar superior al perderse el segundo molar primario. **C.** Superposición de la mandíbula, específicamente en la superficie interna de la sínfisis mandibular y del perfil del conducto mandibular y de las criptas de los terceros molares no erupcionados. Esta superposición muestra tanto los cambios en la rama mandibular y el proceso condilar (debido al crecimiento o tratamiento) como los cambios en la posición de los dientes inferiores en relación con la mandíbula. Obsérvese que la rama mandibular ha aumentado de longitud posteriormente, mientras que el cóndilo ha crecido hacia arriba y hacia atrás. Como era de esperar, los molares inferiores han avanzado al producirse la transición de la dentición mixta a la permanente precoz.

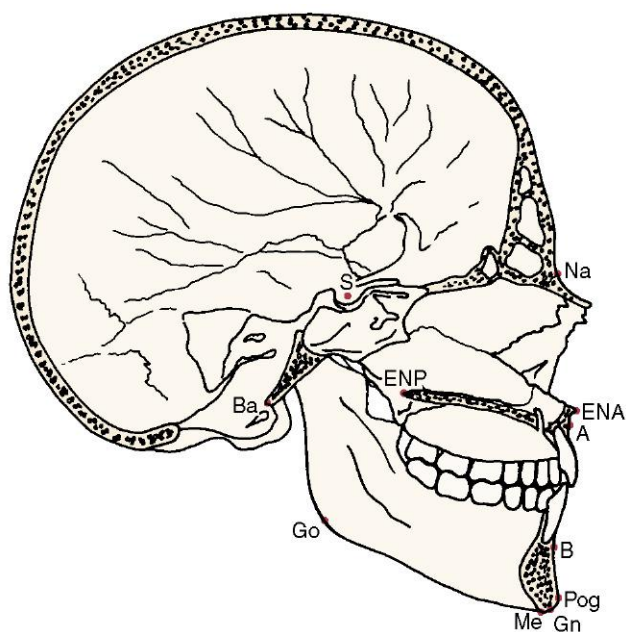


FIGURA 6-40 Definiciones de los puntos cefalométricos de referencia (tal como se verían en un cráneo disecado). *Punto A*, el punto más interno del perfil del premaxilar entre la espina nasal anterior y el incisivo; *Punto B*, el punto más interno del contorno mandibular entre el incisivo y el mentón óseo; *Ba* (basión), el punto más bajo del reborde anterior del agujero magno, en la base del clivus; *ENA* (espina nasal anterior), la punta de la espina nasal anterior (sustituida a veces por el punto del contorno superior o inferior de la espina en el que tenga 3 mm de grosor: v. análisis de Harvold); *ENP* (espina nasal posterior), la punta de la espina posterior del hueso palatino, en la unión del paladar duro y el blando; *Gn* (gnatión), el centro del contorno inferior del mentón; *Go* (gonión), el centro del contorno inferior del ángulo mandibular; *Me* (mentón), el punto más bajo de la sínfisis mandibular (es decir, el punto inferior de la barbilla); *Na* (nasion), el punto anterior de la intersección entre los huesos nasal y frontal; *Pog* (pogonión), el punto más anterior del contorno de la barbilla.

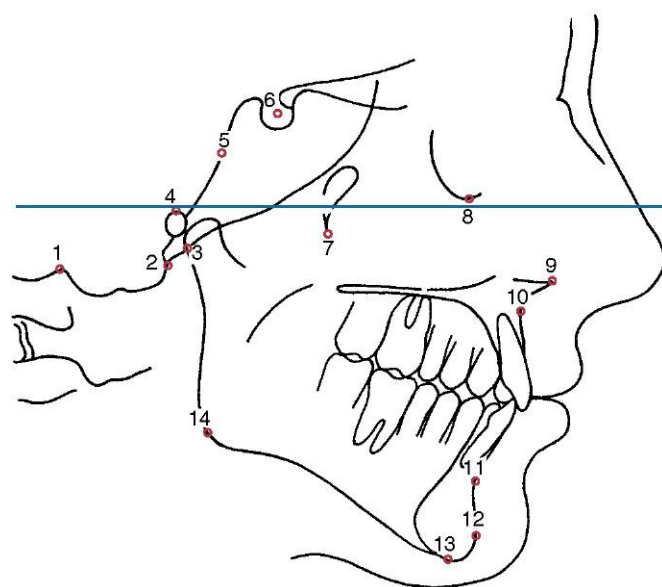


FIGURA 6-41 Definiciones de los puntos cefalométricos de referencia (tal como se ven en un trazado cefalométrico lateral): 1. *Bo* (punto de Bolton), el punto más alto en la curvatura superior de la fosa retrocondilar del occipital; 2. *Ba* (basión), el punto más bajo del reborde anterior del agujero magno, en la base del clivus; 3. *Ar* (articular), el punto de intersección entre la sombra del arco cigomático y el borde posterior de la rama mandibular; 4. *Po* (porión), el punto medio del contorno superior del conducto auditivo externo (porión anatómico); o el punto medio del contorno superior de la varilla metálica auricular del cefalómetro (porión mecánico); 5. *SO* (sincondrosis esenooccipital), la unión entre los huesos occipital y esfenoides (si es ancho, el borde superior); 6. *S* (silla turca), el punto medio de la cavidad de la silla turca; 7. *Ptm* (fisura pterigomaxilar), el punto de la base de la fisura en el que se encuentran las paredes anterior y posterior; 8. *Or* (orbital), el punto más bajo del reborde inferior de la órbita; 9. *ENA* (espina nasal anterior), la punta de la espina nasal anterior (sustituida a veces por el punto del contorno superior o inferior de la espina en donde tenga un grosor de 3 mm; v. análisis de Harvold); 10. *Punto A*, el punto más interno del contorno del premaxilar entre la espina nasal anterior y el incisivo; 11. *Punto B*, el punto más interno del contorno mandibular entre el incisivo y el mentón óseo; 12. *Pog* (pogonión), el punto más anterior del contorno del mentón; 13. *Me* (mentón), el punto más bajo de la sínfisis mandibular (es decir, el punto inferior de la barbilla). 14. *Go* (gonión), el punto medio del contorno que une la rama y el cuerpo mandibulares.

de radiografías en el tratamiento ortodóncico global de niños y adolescentes.

En lo que se refiere al diagnóstico, la principal aplicación de la cefalometría radiológica es el estudio de las relaciones esqueléticas y dentales del paciente. En esta sección, nos centraremos en el empleo del análisis cefalométrico para comparar a un paciente con sus semejantes, utilizando valores estandarizados para la población. En los capítulos 18 y 19 comentaremos el empleo de la cefalometría para estimar el tratamiento ortodóncico y quirúrgico, respectivamente.

Desarrollo del análisis cefalométrico

Habitualmente, el análisis cefalométrico no se efectúa sobre la propia radiografía, sino sobre un trazado o un modelo digital en el que se destacan las relaciones entre los puntos escogidos. Esencialmente, el trazado o modelo se emplea para reducir la cantidad de información de la placa a un nivel manejable. En las figuras 6-40 y 6-41 se representan los puntos de referencia habituales en cefalometría.

Estos puntos cefalométricos de referencia pueden representarse como una serie de puntos, definidos habitualmente

como localizaciones en una estructura física (p. ej., el punto más anterior de la barbilla ósea) u ocasionalmente como la intersección entre dos planos (p. ej., la intersección entre el plano mandibular y el plano a lo largo del borde posterior de la rama). Se utilizan las coordenadas x e y de estos puntos para poder introducir los datos cefalométricos en formato aceptable para el ordenador. Cada vez es más frecuente el empleo del ordenador para facilitar el análisis cefalométrico en las clínicas privadas. Para ello se requiere un modelo digital adecuado, lo cual significa que se deben especificar entre 50 y 100 puntos de referencia (fig. 6-42).

Sin embargo, el principio del análisis cefalométrico sigue siendo el mismo, aunque se emplee el ordenador. El objetivo consiste en determinar las relaciones esqueléticas y dentales que existen en un paciente individual y que contribuyen a su maloclusión. ¿Cómo se hace? Una manera es comparando al paciente con un grupo de referencia normal para poder detectar cualquier diferencia entre las relaciones dentofaciales del paciente y las que cabría esperar en su grupo étnico o racial. Este tipo de análisis cefalométrico se popularizó tras la Segunda Guerra Mundial bajo la forma del análisis de Downs, desarrollado en la Universidad de Illinois y basado en las proporciones faciales y esqueléticas de un grupo de referencia de 25 adolescentes blancos no sometidos a tratamiento y seleccionados por tener una oclusión dental ideal.

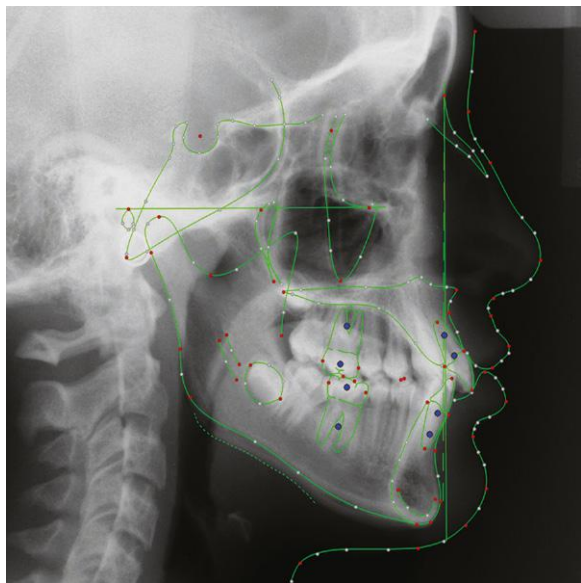


FIGURA 6-42 Modelo de digitalización lateral estandarizado que se emplea actualmente en el análisis cefalométrico y en el programa de predicción (Dolphin Imaging). En todos los programas actuales se emplean modelos digitales parecidos, que pueden personalizarse para proporcionar los puntos específicos que el clínico necesite.

La forma de determinar los valores de referencia normales planteó muchas dificultades desde un primer momento. Es obvio que de una muestra normal se debería excluir a los pacientes con desproporciones craneales graves. Dado que la oclusión normal no es lo habitual en un grupo de población escogido al azar, hay que efectuar otra selección para escoger al grupo de referencia, ya sea excluyendo únicamente a los individuos con malformaciones obvias y aceptando la mayoría de las maloclusiones, o descartando a casi todos los que presentan maloclusiones para poder obtener una muestra ideal. En un primer momento, se optó por la segunda posibilidad. Las comparaciones se realizaban solo con sujetos que tenían una oclusión y unas proporciones faciales excelentes, como los 25 individuos escogidos para el análisis de Downs. El caso más exagerado de selección para establecer los valores de referencia tal vez fuera el de Steiner, cuyas mediciones ideales originales se basaban (según se dice) en una estrella de Hollywood. Aunque la historia es apócrifa, si fuera cierta el doctor Steiner tenía muy buen ojo, ya que una revisión de sus valores originales basada en los promedios de muestras mucho mayores produjo solo cambios mínimos.

Los valores de referencia desarrollados para el análisis de Downs siguen siendo útiles, pero ya han sido desbancados en gran medida por nuevos valores basados en grupos escogidos con criterios menos estrictos. Una base de datos importante para el análisis actual es el estudio del crecimiento de Michigan, realizado en Ann Arbor con un grupo típico de niños que incluía a individuos con maloclusión leve y moderada.¹⁸ Otras fuentes importantes son el estudio sobre el crecimiento de Burlington (Ontario),¹⁹ el estudio de Bolton realizado en Cleveland,²⁰ junto con numerosas muestras específicas recogidas en trabajos universitarios para el desarrollo de valores de referencia en determinados grupos raciales y étnicos que están incluidos en textos sobre cefalometría.^{21,22}

Puede resultar útil definir el objetivo del análisis cefalométrico como el estudio de las relaciones horizontales y verticales de los cinco componentes funcionales más importantes de la cara (v. figs. 6-35 y 6-36): el cráneo y la base craneal, el maxilar óseo (definido como las partes del maxilar que quedarían si se eliminasen los dientes y los procesos alveolares), la mandíbula ósea (definida de forma similar), la dentición y los procesos alveolares superiores, y la dentición y los procesos alveolares inferiores. En este sentido, todo análisis cefalométrico es un procedimiento ideado para obtener una descripción de las relaciones que existen entre estas unidades funcionales.

Básicamente, existen dos formas de conseguir este objetivo. Una es la elegida originalmente en el análisis de Downs y utilizada por la mayoría de los investigadores de este campo a partir de entonces. Consiste en utilizar mediciones lineales y angulares escogidas para establecer las comparaciones apropiadas. La otra consiste en expresar los datos normativos de forma gráfica, y no como una serie de mediciones, y en comparar directamente la morfología dentofacial del paciente con esta referencia gráfica (lo que se conoce normalmente como plantilla). Podrá entonces observarse cualquier diferencia que exista sin necesidad de efectuar mediciones.

En el análisis cefalométrico actual se emplean ambos métodos. En las siguientes secciones, comentaremos en primer lugar los métodos actuales de medición y presentaremos después el análisis cefalométrico basado en la comparación directa con una plantilla de referencia.

Análisis de las mediciones

Elección de una línea de referencia horizontal (craneal). En toda técnica de análisis cefalométrico es necesario establecer una zona o línea de referencia. Este mismo problema ya se planteaba en los estudios antropométricos y craneométricos originales efectuados en el siglo XIX. A finales de dicho siglo, se habían encontrado restos esqueléticos de seres humanos en muchos lugares y se estaban estudiando exhaustivamente. En 1882, se celebró en Fráncfort (Alemania) un congreso internacional de anatomistas y antropólogos físicos, con la elección de una línea de referencia horizontal para la orientación de los cráneos como uno de los puntos principales del programa. En dicha conferencia se adoptó el plano de Fráncfort, que va desde el borde superior del conducto auditivo externo (porión) hasta el borde inferior del reborde orbital (orbital), como la mejor representación de la orientación natural del cráneo (fig. 6-43). Este plano de Fráncfort fue empleado para orientar a los pacientes desde el nacimiento de la cefalometría y aún se utiliza con frecuencia para este tipo de análisis.

Sin embargo, el plano de Fráncfort presenta dos dificultades en la práctica cefalométrica. La primera es que puede haber problemas para localizar con seguridad sus dos puntos de referencia, en una radiografía cefalométrica, en especial el porión. Durante la cefalometría, se coloca un marcador radiopaco en la varilla que se introduce en el conducto auditivo externo para inmovilizar la cabeza durante la misma, y se puede utilizar la posición de este marcador conocido como «porión mecánico» para localizar el porión. En las placas cefalométricas puede verse la sombra del conducto auditivo, por lo general ligeramente por encima y por detrás del porión

mecánico. También se puede usar el borde superior de este conducto para localizar el «porión anatómico», que da un plano de Fráncfort ligeramente diferente (en ocasiones, bastante diferente).

Otra posible línea de referencia horizontal, fácil de detectar en las placas cefalométricas y muy fiable, es la que va desde la silla turca (S) a la unión entre los huesos nasal y frontal (N). En un individuo medio, el plano SN forma un ángulo de 6-7° con el plano de Fráncfort. Otra forma de obtener una línea de Fráncfort consiste simplemente en dibujarla con una inclinación específica con respecto de la línea SN, por lo general de 6°. Sin embargo, aunque es más fiable y reproducible, es menos exacta.

El segundo problema que plantea el plano de Fráncfort tiene mayor trascendencia. Fue elegido como el mejor indicador anatómico de la línea horizontal verdadera o fisiológica. Todo el mundo orienta su cabeza en una posición característica, que se establece de forma fisiológica, no anatómica. Tal como dedujeron los anatomistas del siglo pasado, la horizontal verdadera se aproxima mucho al plano de Fráncfort en la mayoría de los individuos, aunque hay algunos que presentan diferencias significativas, de hasta 10°.

Para los cráneos de los cadáveres, los anatomistas no tenían otra opción que la de utilizar un indicador anatómico de la horizontal verdadera. Sin embargo, para los pacientes vivos se puede emplear una línea «horizontal verdadera», determinada por métodos fisiológicos en lugar de anatómicos, como plano horizontal de referencia (fig. 6-44). Para ello es necesario obtener las radiografías cefalométricas con la cabeza en una posición natural (es decir, con el paciente manteniendo la cabeza de acuerdo con su mecanismo fisiológico interno). Esta posición se consigue

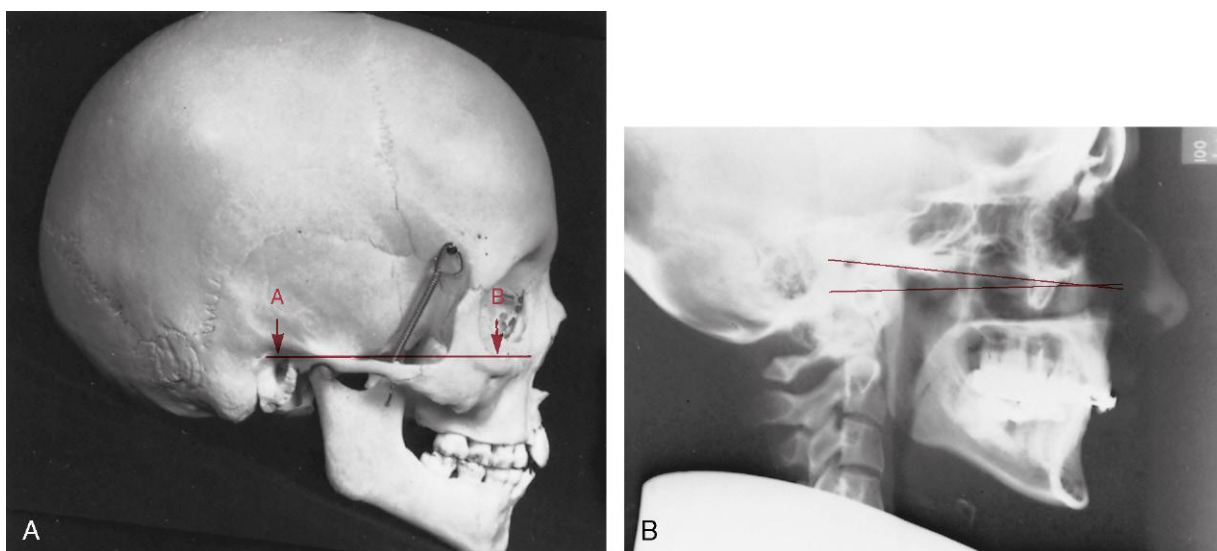


FIGURA 6-43 A. El plano de Fráncfort tal como fue descrito originalmente para la orientación de cráneos disecados. Este plano va desde el reborde superior del conducto auditivo externo (A) (porión) anteriormente, hasta el borde superior del reborde orbital (orbital) (B). B. Utilizando el «porión mecánico», o superficie superior de la varilla auricular del inmovilizador cefalométrico, es posible obtener un plano de Fráncfort diferente que si se usa el porión anatómico o superficie superior de la sombra del conducto auditivo. Ambos puntos de referencia del plano de Fráncfort, el porión y el orbital, son difíciles de localizar con exactitud en las placas cefalométricas, por lo que este plano es una referencia relativamente poco fiable para el análisis cefalométrico.



FIGURA 6-44 Si se obtiene la radiografía cefalométrica del paciente con la cabeza en la posición natural (PNC), una línea perpendicular a la vertical verdadera (representada en la imagen por la cadena que cuelga suelta en el borde de la placa) será la línea horizontal verdadera (fisiológica). En la cefalometría moderna se prefiere la PNC a la posición anatómica de la cabeza.

cuando el individuo se relaja y mira a un objeto alejado o a sus propios ojos en un espejo e inclina su cabeza hacia arriba y hacia abajo en movimientos cada vez más cortos hasta que siente que ha alcanzado la posición más cómoda. Se puede así reproducir la posición natural de la cabeza con un margen de error de 1-2°.²³

En la práctica actual, las placas cefalométricas se deben realizar con la cabeza en posición natural (PNC) para poder establecer el plano horizontal fisiológico verdadero. Aunque no es tan fácil reproducir la PNC como orientar la cabeza en el plano de Fráncfort, los posibles errores de la menor reproducibilidad son inferiores que los que se derivan de la orientación inexacta de la cabeza.²⁴ Siempre hay que anotar la inclinación del plano SN con respecto al plano horizontal verdadero (o al plano de Fráncfort si no se conoce este último), y si se aparta significativamente de los 6°, deberán corregirse en función de esa diferencia todas las medidas basadas en ese plano.

Análisis de Steiner. Este análisis, ideado y difundido por Steiner en los años cincuenta, puede ser considerado como el pionero de los análisis cefalométricos modernos por dos razones: presentaba las mediciones en un patrón de tal forma que no solo destacaba las mediciones individuales, sino también las relaciones existentes entre ellas, ofreciendo pautas específicas para poder aplicar las mediciones cefalométricas al plan de tratamiento. Algunos elementos del mismo siguen actualmente vigentes.

En cierto sentido, el análisis de Steiner se basaba en una evaluación de las compensaciones que eran necesarias para com-

pensar la diferencia entre SNA y SNB, que nos indica el grado de discrepancia intermaxilar esquelética (fig. 6-45). Para Steiner, esta diferencia (el ángulo ANB) era el parámetro que interesaba realmente. Se podría alegar, como hacía él, que conocer el maxilar defectuoso tiene sobre todo un interés teórico: lo que importa realmente es la magnitud de la discrepancia intermaxilar que es necesario solucionar con el tratamiento, y esto es lo que mide el ángulo ANB.

Posteriormente, Steiner midió la relación angular y milimétrica entre los incisivos superiores y la línea NA, y entre los incisivos inferiores y el mentón y la línea NB, estableciendo de ese modo la protrusión relativa de la dentición (fig. 6-46). La distancia en milímetros nos indica la prominencia de los incisivos en relación con el hueso de soporte, mientras que la inclinación nos indica si el diente se ha inclinado a esa posición o se ha desplazado en bloque hasta la misma. La comparación entre la prominencia del mentón (pogonión) y la de los incisivos inferiores nos indica el equilibrio entre ambas: cuanto mayor es la prominencia del mentón más prominente puede ser el incisivo, y viceversa. Esta relación tan importante recibe a menudo el nombre de *proporción de Holdaway*. La medición final que Steiner incluyó en su análisis es la inclinación del plano mandibular respecto de SN, que representa el único indicador de las proporciones verticales de la cara (v. fig. 6-45). En la tabla 6-8 se ofrecen los valores estándar tabulados correspondientes a cinco grupos raciales.

TABLA 6-8

Valores cefalométricos correspondientes a grupos escogidos (todos los valores en grados, excepto cuando se indique lo contrario)

	Blancos estadounidenses	Negros estadounidenses	Chinos (Taiwán)	Israelíes	Japoneses
SNA	82	85	82	82	81
SNB	80	81	78	79	77
ANB	2	4	4	3	4
$\perp$ -NA	4 mm	7 mm	5 mm	6 mm	6 mm
	22	23	24	24	24
$\bar{\perp}$ -NB	4 mm	10 mm	6 mm	6 mm	8 mm
	25	34	29	27	31
$\perp$ a $\bar{\perp}$	131	119	124	126	120
GoGn-SN	32	32	35	32	34
$\bar{\perp}$ -MnPI	93	100	93	93	96
$\bar{\perp}$ -FH	62	51	57	57	57
Eje Y	61	63	61	61	62

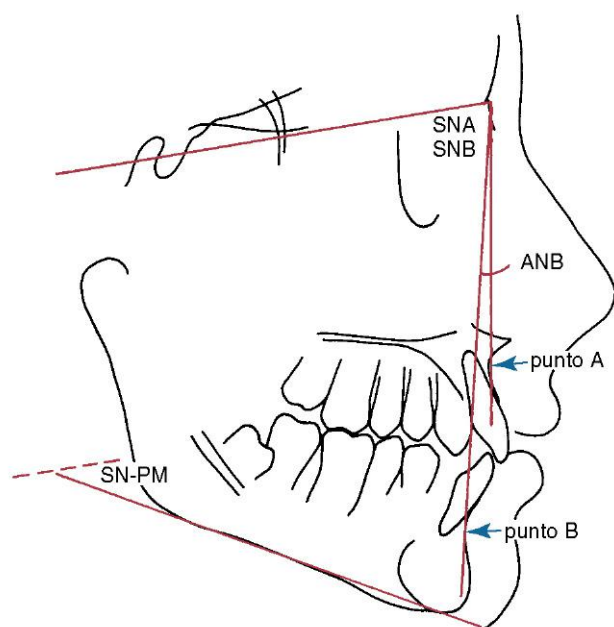


FIGURA 6-45 En el análisis de Steiner, los ángulos *SNA* y *SNB* se utilizan para establecer la relación de ambos maxilares con la base del cráneo, mientras que el ángulo *SN-PM* (plano mandibular) se emplea para determinar la posición vertical de la mandíbula.

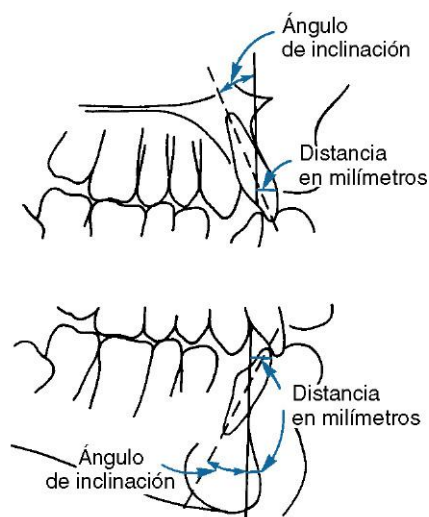


FIGURA 6-46 En el análisis de Steiner, la relación del incisivo superior con la línea NA se emplea para establecer la posición de la dentición superior en relación con el maxilar. Se miden la distancia en milímetros entre la superficie labial y el eje longitudinal del incisivo y también el ángulo del eje con dicha línea. Efectuando mediciones similares en relación con la línea NB, se determina la posición del incisivo inferior con respecto a la mandíbula. Se establece además la prominencia del mentón, midiendo la distancia en milímetros desde la línea NB al pogonión, el punto más saliente del mentón óseo.

No obstante, el análisis de Steiner planteaba algunos problemas importantes que obligaron a desecharlo. El primer lugar, su independencia de ANB resulta problemática. En el ángulo ANB influyen dos factores aparte de la diferencia anteroposterior en la posición de los maxilares. Uno de ellos es la altura vertical de la cara. El ángulo ANB disminuye cuando aumenta la distancia vertical entre el nasión y los puntos A y B. En segundo lugar, el ángulo varía cuando el nasión ocupa una posición anteroposterior anómala. Además, cuando SNA y SNB aumentan y los maxilares son más prominentes (aun cuando no varíe su relación horizontal), se mide un ángulo ANB mayor. Como consecuencia de estas críticas, en los análisis propuestos posteriormente y que presentamos en las secciones siguientes se empezaron a utilizar diferentes indicadores de la discrepancia intermaxilar.

En segundo lugar, conviene tener presente que basarse únicamente en el movimiento de los dientes para corregir una maloclusión esquelética, sobre todo cuando las discrepancias esqueléticas son importantes, no es necesariamente el tratamiento ortodóncico más indicado. Suele ser preferible corregir las discrepancias esqueléticas en su origen, que tratar de lograr únicamente un compromiso o un enmascaramiento dental. Es justo decir que los compromisos de Steiner reflejaban la actitud predominante en su época, en cuanto a que los efectos del tratamiento ortodóncico se limitaban casi exclusivamente a los procesos alveolares.

Análisis de Sassouni. El análisis de Sassouni fue el primero que dio la misma importancia a las relaciones verticales y horizontales, y a la interacción entre ambas proporciones. Sassouni señaló que los planos anatómicos horizontales (la inclinación de la parte anterior de la base craneal, el plano de Fráncfort, el plano palatino, el plano oclusal y el plano mandibular) tendían a converger en las caras proporcionadas en un único punto. La

inclinación de estos planos entre sí refleja la proporcionalidad vertical de la cara (fig. 6-47).

Si los planos se cortan relativamente cerca de la cara y divergen de forma rápida al alejarse anteriormente, la cara tiene proporciones alargadas anteriormente y cortas posteriormente, lo que predispone al individuo a la maloclusión de mordida abierta. Sassouni acuñó el término *mordida abierta esquelética* para esta relación anatómica. Si los planos son casi paralelos, de forma que converjan lejos de la cara y diverjan lentamente al alejarse por delante de la misma, existe una predisposición esquelética a la mordida profunda anterior, situación que se conoce como *mordida profunda esquelética*.

Además, cualquier inclinación poco habitual de uno de los planos destacará, ya que se aparta de la zona general de intersección. Por ejemplo, la rotación del maxilar hacia abajo por la parte posterior y hacia arriba por delante puede contribuir a la mordida abierta esquelética. La inclinación del plano palatino revela esto claramente (fig. 6-48).

Sassouni valoró la posición anteroposterior de la cara y la dentición, observando la relación de diversos puntos con unos arcos trazados a partir de la zona de intersección de los planos. Por desgracia, al aumentar la desproporción de una cara, es cada vez más difícil determinar el centro del arco, de forma que esta valoración anteroposterior es cada vez más arbitraria.

Aunque el análisis arcuado descrito por Sassouni no se usa mucho, su análisis de las proporciones faciales verticales ha pasado a ser una parte integrante del análisis global de todos los pacientes. Aparte de cualquier otra medición que se pueda efectuar, conviene analizar siempre la divergencia de los planos horizontales y estudiar si alguno de ellos es claramente desproporcionado con respecto a los demás.

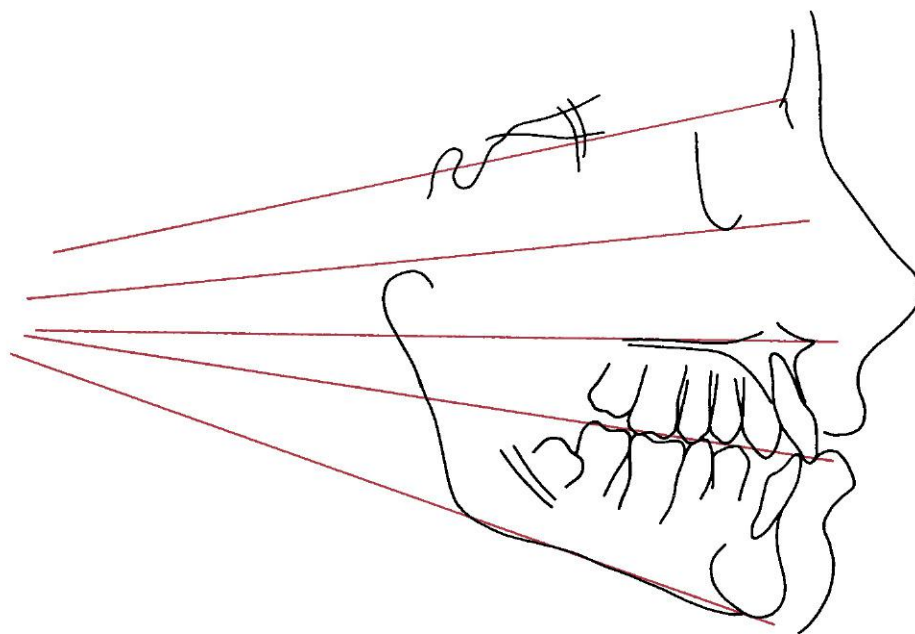


FIGURA 6-47 Sassouni sugirió la idea de que, si se dibujan en una cara proporcionada una serie de planos horizontales, desde la línea SN por arriba al plano mandibular por debajo, se proyectarán sobre un punto común de reunión.¹⁸

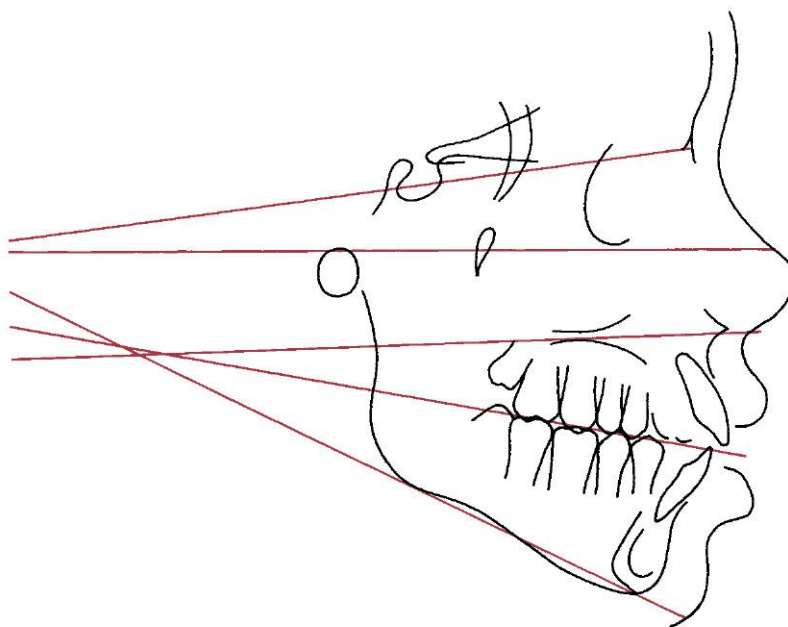


FIGURA 6-48 El estudio de los planos horizontales de este paciente evidencia que el maxilar está rotado hacia abajo posteriormente y la mandíbula está rotada hacia arriba anteriormente. Estas rotaciones de los maxilares contribuyen a una tendencia a la mordida abierta, por lo que al patrón esquelético representado en esta figura se le suele denominar «mordida abierta esquelética».

Análisis de Harvold y análisis de Wits. Ambos análisis van dirigidos exclusivamente a describir la gravedad o el grado de falta de armonía maxilar. Harvold, basándose en datos extraídos del estudio sobre el crecimiento realizado por Burlington, desarrolló unos valores estandarizados para la «longitud de las unidades» maxilar y mandibular. La longitud de la unidad maxilar se mide desde el borde posterior del cóndilo mandibular hasta la espina nasal anterior, mientras que la de la unidad mandibular se mide desde el mismo punto hasta la parte anterior del mentón (fig. 6-49). La diferencia entre los valores obtenidos indica la discrepancia de tamaño entre ambos maxilares. Al analizar la diferencia entre las longitudes de ambas unidades, conviene tener presente que cuanto menor es la distancia vertical entre ambos maxilares, más anteriormente se situará el mentón para una diferencia dada, y viceversa. Harvold cuantificó la altura del tercio inferior de la cara para tener en cuenta este factor. La posición de los dientes no influye en las cifras de Harvold (tabla 6-9).

El análisis de Wits fue concebido fundamentalmente como un método para superar las limitaciones del ANB como indicador de la discrepancia maxilar. Se basa en una proyección de los puntos A y B sobre el plano oclusal, y en la medida de la diferencia lineal entre ambos puntos. Si los maxilares ocupan una posición anteroposterior normal, las proyecciones de estos puntos se cruzarán con el plano oclusal casi en el mismo punto. En la maloclusión de clase II, es posible calcular la magnitud de la discrepancia, midiendo en cuántos milímetros queda la proyección del punto A por delante de la del punto B, y viceversa, en la maloclusión de clase III.

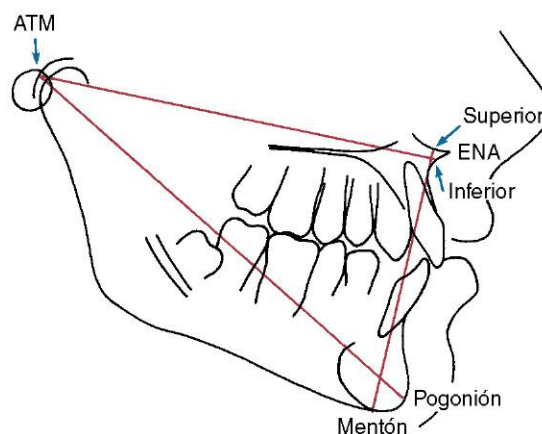


FIGURA 6-49 Mediciones utilizadas en el análisis de Harvold. La longitud del maxilar se mide desde *ATM*, en la pared posterior de la fosa glenoidea, hasta *ENA inferior*, definido como el punto de la sombra inferior de la espina nasal anterior donde la espina proyectada tiene un grosor de 3 mm. La longitud de la mandíbula se mide desde *ATM* hasta el prognatismo, o punto del mentón óseo más alejado de la articulación temporomandibular (cerca del *pogonión*), mientras que la altura del tercio inferior de la cara se mide desde *ENA superior*, un punto parecido del contorno de la espina en el que tiene 3 mm de grosor, hasta el *mentón*. *ATM*, articulación temporomandibular; *ENA*, espina nasal anterior.

TABLA 6-9

Valores estándar de Harvold (milímetros)

	Edad	HOMBRE		MUJER	
		Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
Longitud del maxilar (del punto temporomandibular a ENA) (v. fig. 6-49)	6	82	3,2	80	3
	9	87	3,4	85	3,4
	12	92	3,7	90	4,1
	14	96	4,5	92	3,7
	16	100	4,2	93	3,5
Longitud de la mandíbula (del punto temporomandibular al prognatión)	6	99	3,9	97	3,6
	9	107	4,4	105	3,9
	12	114	4,9	113	5,2
	14	121	6,1	117	3,6
	16	127	5,3	119	4,4
Altura del tercio inferior de la cara (ENA-Me)	6	59	3,6	57	3,2
	9	62	4,3	60	3,6
	12	64	4,6	62	4,4
	14	68	5,2	64	4,4
	16	71	5,7	65	4,7

A diferencia de lo que sucede con el análisis de Harvold, los dientes influyen en el análisis de Wits, tanto horizontal como verticalmente: horizontalmente, porque los puntos A y B dependen en alguna medida de la dentición, y verticalmente, porque el plano oclusal viene determinado por la posición vertical de los dientes. En el análisis de Wits, conviene utilizar el *plano oclusal funcional* (que pasa por la intercuspidad máxima de los dientes posteriores), en vez de un plano oclusal que dependa de la posición vertical de los incisivos. Aun así, este método no permite diferenciar las discrepancias esqueléticas de los problemas producidos por el desplazamiento de la dentición y no especifica cuál de los maxilares tiene un problema esquelético; si se emplea este método, habrá que tener en cuenta esta limitación.

Análisis de McNamara. Este análisis, publicado originalmente en 1983, combina elementos de métodos anteriores (de Ricketts y de Harvold) con mediciones originales para tratar de definir con mayor exactitud la posición de los maxilares y los dientes. En este método, se emplean como planos de referencia el plano anatómico de Fráncfort y la línea basión-nasión. En primer lugar, se valora la posición anteroposterior del maxilar superior e inferior en relación con la «perpendicular del nasión», una línea vertical que desciende desde la perpendicular del nasión al plano de Fráncfort (fig. 6-50). El maxilar debe quedar sobre esta línea o ligeramente por delante de la misma, el maxilar inferior ligeramente por detrás. En segundo lugar, se compara la longitud de ambos maxilares, utilizando el método de Harvold. Se ubica la mandíbula en el espacio, empleando la altura del tercio anteroinferior de la cara

(ENA-mentón). Se establece una relación entre el incisivo superior y el maxilar mediante una línea perpendicular al plano de Fráncfort que pase por el punto A, similar pero algo diferente a la relación de Steiner del incisivo con la línea NA. Las relaciones del incisivo inferior se establecen igual que en el análisis de Ricketts, utilizando fundamentalmente la línea A-pogonión (fig. 6-51).

El análisis de McNamara tiene dos ventajas fundamentales:

1. Relaciona los maxilares a través de la perpendicular del nasión, proyectando esencialmente la diferencia en la posición anteroposterior de los maxilares a una aproximación de la línea vertical verdadera (sería preferible utilizar una línea vertical verdadera, perpendicular a la horizontal verdadera y no a la horizontal anatómica de Fráncfort; el motivo fundamental para no hacerlo así al efectuar el análisis es que las placas cefalométricas de las que se obtuvieron los datos de referencia no se realizaron con la cabeza en posición natural). Esto significa que las diferencias anteroposteriores en las relaciones entre los maxilares se miden a lo largo de esta dimensión (casi la horizontal verdadera) en la que se visualizan por el paciente y el clínico.

2. Los datos normativos se basan en la muestra definida de Bolton, que también se puede conseguir en formato de plantilla, lo que significa que las mediciones de McNamara son perfectamente compatibles con análisis preliminares si se emplean las plantillas de Bolton para la comparación.

Análisis de contrapartidas. Cualquier análisis que se base en mediciones individuales plantea un problema importante: una dimensión determinada se ve afectada por otras de la

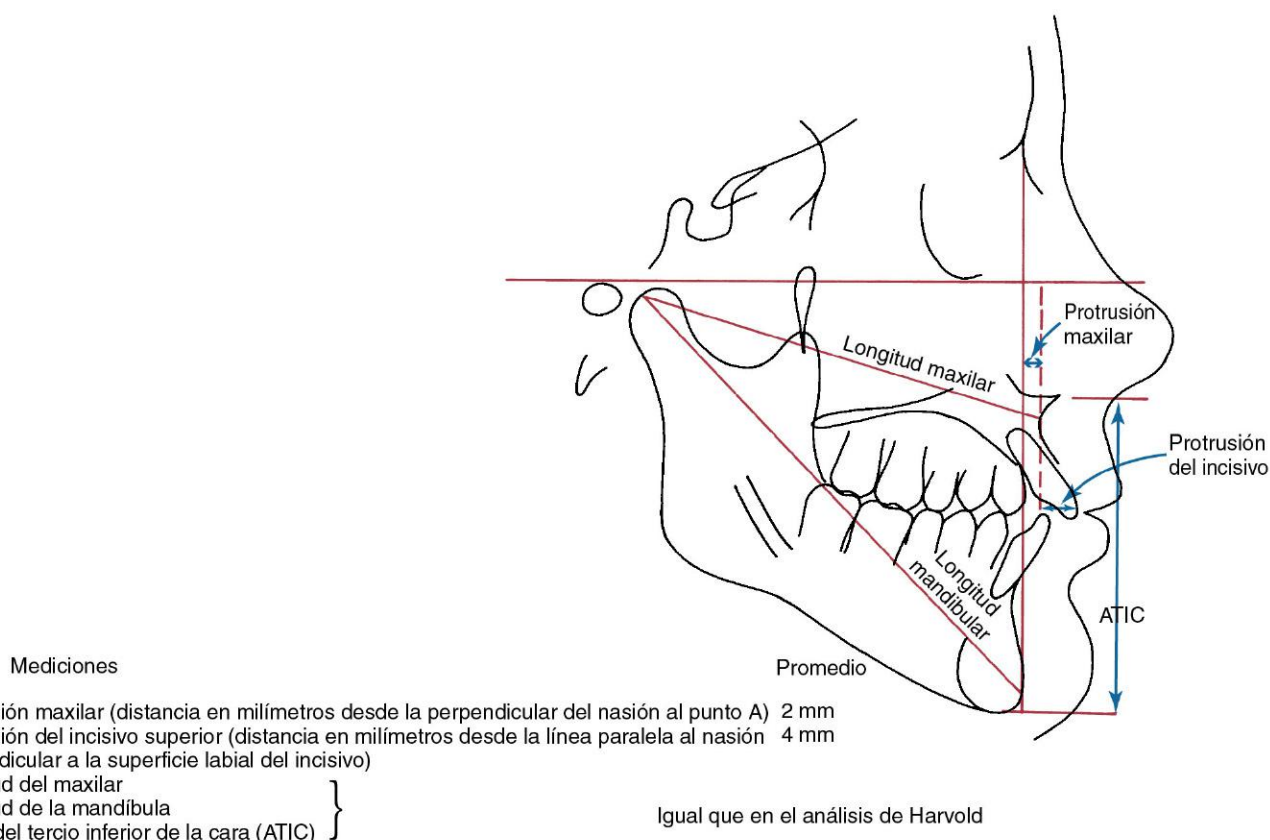


FIGURA 6-50 Mediciones empleadas en el análisis de McNamara: protrusión del maxilar (distancia en milímetros desde la perpendicular al nasión y el punto A), la media es 2 mm; protrusión de los incisivos superiores (distancia en milímetros desde la línea paralela a la perpendicular del nasión hasta la superficie labial del incisivo), la media es 4 mm; la longitud del maxilar, la longitud de la mandíbula y la altura del tercio inferior de la cara (ATIC) son las mismas que en el análisis de Harvold.

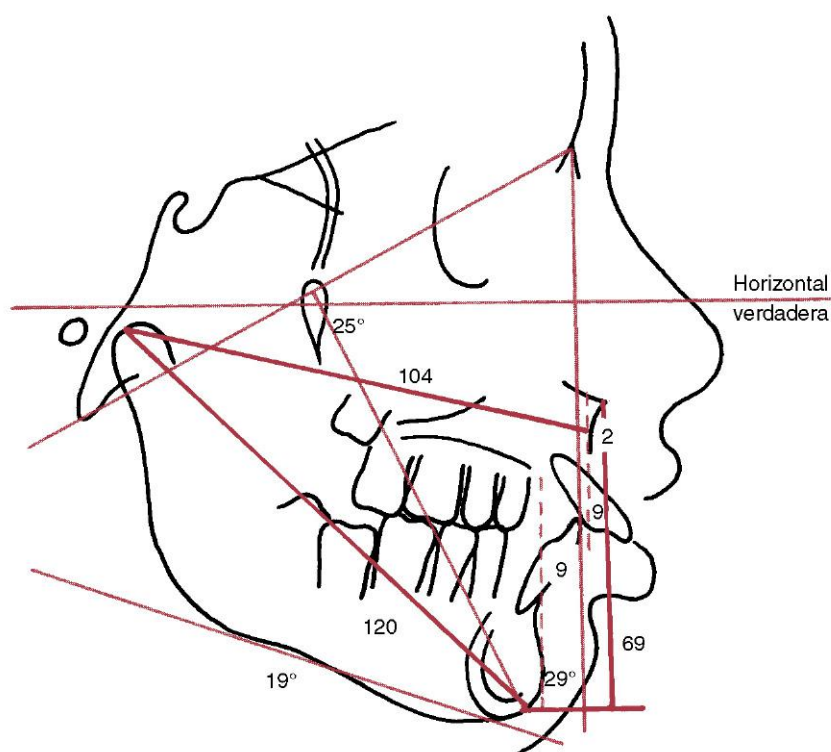


FIGURA 6-51 Análisis de un varón de 12 años, utilizando el método de McNamara.

misma cara. Las mediciones no son independientes y además es bastante probable que una desviación en una determinada relación se vea compensada total o parcialmente por cambios en las demás relaciones. Ello es aplicable a las relaciones esqueléticas y a las dentales. Son bien conocidos los cambios compensatorios que experimenta la dentición para conseguir que los dientes encajen entre sí, a pesar de no encajar los maxilares, y a menudo constituyen el objetivo del tratamiento ortodóncico. Se conocen peor los cambios compensatorios del esqueleto facial, aunque son frecuentes y, si no se tienen en cuenta, pueden dar lugar a conclusiones erróneas a partir de las mediciones.

Enlow et al. plasmaron perfectamente por primera vez el concepto fundamental de unas dimensiones verticales y horizontales interrelacionadas, que en última instancia conducen a un patrón facial equilibrado o desequilibrado, en su «análisis de contrapartidas». Si la cara tiene mucha altura anterior, el equilibrio y la correcta proporción de la misma se mantienen si el segmento facial posterior y la rama mandibular también son relativamente altos (fig. 6-52). Por otra parte, si el segmento

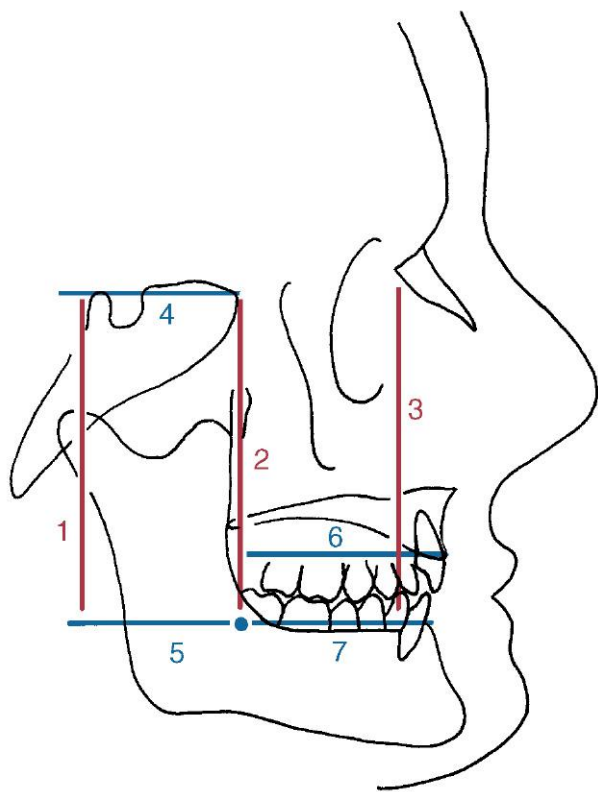


FIGURA 6-52 El análisis de contrapartidas de Enlow valora especialmente el modo en que los cambios en las proporciones de una parte de la cabeza y la cara pueden sumarse e incrementar o compensar una discrepancia maxilar, de manera que los maxilares encajen correctamente entre sí, a pesar de que existen discrepancias esqueléticas. Por ejemplo, si el maxilar es alargado (medición 6), no existe ningún problema si la mandíbula (7) también lo es, pero se producirá maloclusión si el cuerpo mandibular tiene una longitud normal. Lo mismo sucede con las dimensiones verticales anterior y posterior (1-3). Si estas dimensiones se corresponden entre sí, no existe ningún problema, pero en caso contrario (ya sea por exceso o por defecto) se producirá maloclusión.

facial posterior es corto, puede manifestarse una tendencia a la mordida abierta esquelética, aunque la altura facial anterior sea normal, ya que se altera la proporcionalidad.

Lo mismo sucede con las dimensiones anteroposteriores. Si ambos maxilares tienen una longitud normal, pero la base craneal es alargada, el maxilar avanzará en relación con la mandíbula y se producirá protrusión maxilar. Por la misma razón, un maxilar corto podría compensar perfectamente una base craneal alargada.

Los principios del análisis de contrapartidas se pueden aplicar a la práctica clínica, examinando las proporciones del paciente y comparándolas con las de una plantilla «normal» (como se comenta en la siguiente sección). Otra forma muy popular en los últimos años consiste en utilizar para las mediciones las normas de los «puntos flotantes».²⁵ La idea consiste en utilizar unos valores de referencia obtenidos a partir del tipo facial del individuo, en vez de correlacionar los valores cefalométricos individuales con los valores medios de la población, aprovechando las correlaciones entre los valores individuales. En lugar de juzgar la posible normalidad a anormalidad basándose en valores individuales, el juicio se basaría en la relación de los valores entre sí: algunas combinaciones se aceptarían como normales, aunque las mediciones individuales quedaran fuera de los márgenes de la normalidad. Otras combinaciones reflejarían un patrón anormal, aunque las mediciones individuales entraran dentro de los márgenes normales. Esta forma de valorar las relaciones esqueléticas resulta especialmente útil en los pacientes candidatos a un tratamiento de modificación del crecimiento o a la cirugía ortognática.

Análisis por plantillas

En los primeros tiempos del análisis cefalométrico se llegó a la conclusión de que si se pudieran representar gráficamente los valores de referencia, resultaría mucho más fácil reconocer un patrón de relaciones. La «malla de Moorrees», propuesta a principios de la década de los sesenta y actualizada más recientemente, presentaba las desproporciones del paciente como distorsiones de una cuadrícula.²⁶ En los últimos años, la comparación directa de los pacientes con plantillas obtenidas a partir de los distintos estudios sobre el crecimiento se ha convertido en un método de análisis muy fiable, con dos ventajas fundamentales: permite observar directamente las desviaciones esqueléticas y dentales compensatorias que se producen en un individuo, y utilizar plantillas apropiadas para cada edad para tener en cuenta los cambios que produce la edad en las dimensiones y los ángulos.

El registro cefalométrico de un individuo se puede representar fácilmente en forma de una serie de coordenadas en una cuadrícula (x, y) que es lo que se hace cuando se digitaliza una radiografía para analizarla por ordenador. Como es lógico, también se podrían representar gráficamente los datos cefalométricos de cualquier grupo, calculando las coordenadas medias para cada punto de referencia y conectando posteriormente los puntos. Al trazado promedio o compuesto resultante se le suele denominar plantilla.

Se han elaborado plantillas de este tipo utilizando los datos de los principales estudios realizados sobre el crecimiento, que muestran los cambios que la cara y los maxilares experimentan con la edad. En la actualidad, existen dos tipos: *esquemáticas* (Michigan, Burlington) y *anatómicamente completas* (Broadbent-Bolton,

Alabama). Las plantillas esquemáticas muestran los cambios de posición con la edad de puntos de referencia escogidos en una misma plantilla. Las plantillas anatómicamente completas (una diferente para cada edad) son muy útiles para comparar directa y visualmente un paciente con el grupo de referencia que corresponde a su edad. Las plantillas más utilizadas para estos análisis son las de Bolton, que pueden conseguirse fácilmente (Departamento de Ortodoncia, Escuela de Odontología Case-Western Reserve, Cleveland, Ohio 44106).

Obviamente, el primer paso en el análisis mediante plantillas es elegir la correcta entre las existentes para las diferentes edades que presentan los datos de referencia. Hay que tener en cuenta dos factores: 1) las dimensiones físicas del paciente, y 2) su edad de desarrollo. Lo mejor suele ser escoger inicialmente la plantilla de referencia de forma que la parte anterior de la base del cráneo (la distancia SN es una buena aproximación) mida aproximadamente lo mismo en la plantilla y en el paciente, considerando seguidamente su edad de desarrollo y avanzando o retrocediendo en la edad de la plantilla correspondiente según que el desarrollo del mismo esté adelantado o retrasado. En casi todos los casos, la corrección por las diferencias existentes entre la edad cronológica y la de desarrollo nos lleva también a seleccionar la plantilla que más se adecua a la longitud de la parte anterior de la base craneal.

El análisis mediante plantillas se basa en una serie de superposiciones de las mismas sobre un trazado del paciente que se esté analizando. Las superposiciones siguen esta secuencia:

1. Superposición de la base del cráneo, que permite valorar la relación entre ambos maxilares y el cráneo (fig. 6-53). Por lo general, lo mejor es efectuar la superposición por la línea SN, haciendo coincidir la plantilla sobre el trazado del paciente por el nasión, en vez de por la silla turca, si existe alguna diferencia en la longitud de la base craneal. (A efectos de predecir el crecimiento con las plantillas, es importante utilizar los puntos de superposición posteriores descritos con el método de predicción. Para el análisis, suele ser preferible superponer SN a N.)

Una vez marcada la base del cráneo, se pueden observar y describir las posiciones anteroposterior y vertical de ambos maxilares. En esta fase, no es tan importante observar la posición de los dientes como la de los puntos de referencia que indican las unidades esqueléticas (es decir, la espina nasal anterior y el punto A, para la parte anterior del maxilar, y la espina nasal posterior para la parte posterior del maxilar; el punto B, el pogonión y el gnación para la parte anterior de la mandíbula, y el gonión para la parte posterior de la misma). Lo que se pretende es valorar la posición de las unidades óseas. La plantilla se emplea para visualizar directamente las diferencias que existen entre la posición de los maxilares del paciente y las posiciones de referencia. Las compensaciones que existen dentro del patrón esquelético individual se observan de forma directa.

2. Superposición maxilar. La segunda superposición se efectúa sobre el contorno máximo del maxilar para poder valorar la relación que existe entre la dentición superior y el maxilar (fig. 6-54). También en este caso es importante valorar la posición vertical y anteroposterior de los dientes. La plantilla permite ver si estos están desplazados verticalmente, una información que no se suele obtener con los métodos de análisis por mediciones.

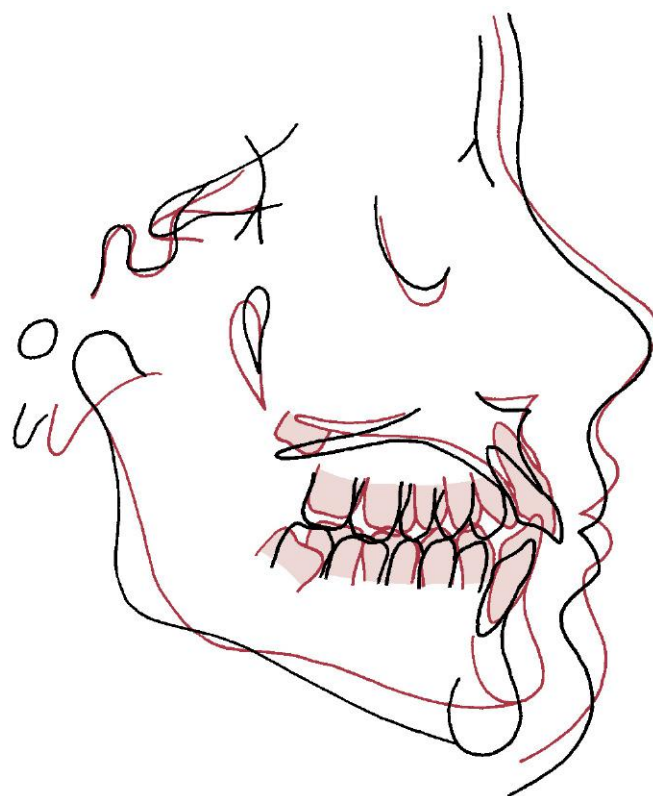


FIGURA 6-53 Superposición de la base craneal de la plantilla estándar de Bolton correspondiente a los 14 años (rojo) sobre el trazado de un chico de 13. Se eligió la plantilla para 14 años por la concordancia de la longitud de la base craneal. Se puede observar que, al comparar la plantilla con este paciente, se aprecia con claridad el considerable aumento de la altura del tercio inferior de la cara y la rotación inferior de la mandíbula. También se aprecia que el maxilar del paciente ha rotado hacia abajo posteriormente. Esta comparación del trazado de un paciente con una plantilla es un método directo para describir las relaciones de las unidades dentofaciales funcionales.



FIGURA 6-54 Superposición de la plantilla de Bolton sobre el maxilar (fundamentalmente el contorno palatino anterior) del paciente de la figura 6-53. La superposición permite apreciar con claridad la protrusión anterior de los incisivos superiores, pero demuestra que la relación vertical de los dientes superiores con el maxilar es casi óptima.

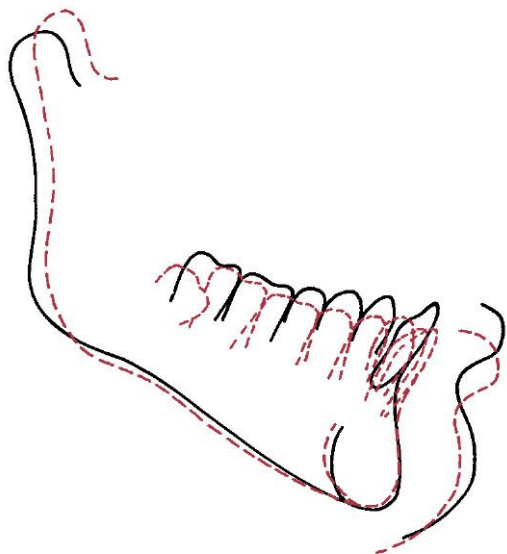


FIGURA 6-55 Superposición de la plantilla de Bolton sobre la mandíbula del paciente de la figura 6-53. Esta superposición demuestra que el paciente tiene una mandíbula más larga de lo que sería ideal, pero que la rama mandibular es más corta y está inclinada posteriormente. Todos los dientes inferiores han erupcionado demasiado, en especial los incisivos.

3. Superposición mandibular. La tercera superposición se efectúa sobre el borde inferior de la sínfisis mandibular para poder valorar la relación que existe entre la dentición inferior y la mandíbula (fig. 6-55). Si en las plantillas se incluye la sombra del conducto mandibular, se podrá conseguir una orientación más exacta superponiendo este punto en vez del borde inferior posteriormente. Hay que estudiar las posiciones verticales y anteroposteriores de los dientes anteriores y posteriores.

Este tipo de análisis mediante plantillas ofrece rápidamente una idea general sobre las relaciones que existen entre las estructuras dentofaciales del paciente. En ocasiones, se pasa por alto la verdadera razón de estas mediciones, es decir, obtener una idea general del patrón de relaciones faciales del paciente, durante su realización. La comparación del paciente con una plantilla es una excelente forma de resolver este riesgo y de asegurarse de que los árboles no nos impiden ver el bosque.

Es habitual pensar que el análisis con plantillas es un método menos científico que el de las mediciones, pero en realidad no es así. Hay que tener en cuenta que una plantilla contiene exactamente la misma información que una tabla de mediciones, y que proceden de la misma base de datos (tablas muy extensas para las plantillas anatómicas). Se trata únicamente de que la información se presenta de forma diferente. La diferencia estriba en que el método de las plantillas se centra más en la valoración individual que el facultativo realiza sobre cualquier anomalía que pueda presentar el paciente, dejando más de lado los criterios específicos.

Las plantillas también se pueden combinar fácilmente con el análisis por ordenador. La técnica consistiría en almacenarlas en la memoria del ordenador, recuperar después la plantilla apropiada y utilizar el ordenador para efectuar las diferentes superposiciones. Al contemplar las superposiciones, el odontólogo debe animarse a valorar por su cuenta las interacciones entre los diferentes componentes de la cara, aplicando a este proceso los principios del análisis de contrapartidas y de las normas de los puntos flotantes.

Resumen de los métodos cefalométricos actuales

En sus primeros años, el análisis cefalométrico fue acusado con justicia de ser únicamente un «juego de cifras», en virtud del cual el tratamiento ortodóncico iba dirigido a obtener determinados valores en una placa cefalométrica, y que podría representar el mejor tratamiento posible para el paciente o no. Si se aceptan los compromisos de Steiner y los objetivos del tratamiento se fijan únicamente en la consecución de esos valores, las críticas estarían más que justificadas. En la actualidad, los facultativos competentes utilizan el análisis cefalométrico para conocer mejor las bases de la maloclusión. Para conseguirlo, no se limitan a comparar mediciones aisladas con unos valores de referencia, sino que también lo hacen con un patrón de relaciones, entre las que se incluyen las relaciones de los tejidos blandos. En este sentido, cualquier medición es un medio para conseguir este fin y no el fin en sí mismo.

Cualesquiera que sean los pasos posteriores (mediciones o superposiciones de plantillas), el análisis cefalométrico debe comenzar con el trazado de los planos horizontales de Sassouni y el estudio de sus interrelaciones. Este sencillo método permite detectar la rotación de los maxilares (recuérdese que ambos maxilares pueden rotar) y visualizar mejor las proporciones verticales.

Seguidamente, hay que pasar a analizar las relaciones antero-posteriores de los maxilares y la dentición de ambos arcos; para ello, pueden superponerse las plantillas de Bolton (u otras). Es posible obtener la misma información utilizando como referencia una línea vertical verdadera que pase por delante de la cara, como en el análisis de McNamara, que es una forma muy directa de establecer las relaciones esqueléticas sin necesidad de que las mediciones se vean afectadas por la posición de los dientes. Si desplazamos la línea vertical de forma que pase primero por el punto A y después por el punto B, observaremos el grado de protrusión o retrusión de los dientes superiores e inferiores, respectivamente.

Por último, hay que realizar cualquier otra medición necesaria que establezca las relaciones que no hayan quedado claras. Es habitual medir la altura facial, la longitud de las unidades maxilar y mandibular o cualquier otro factor de los comentados. La cefalometría moderna tiene como objetivo estudiar las relaciones de las unidades funcionales que se representan en la figura 6-35, y el empleo de cualquier método necesario para establecer la posición horizontal y vertical de cada una de esas unidades. Dado que lo que se necesita equivale al análisis de patrones, casi nunca se puede considerar aisladamente una determinada medición, sino que hay que tener en cuenta la interrelación entre las diferentes medidas y las relaciones observadas. En un sistema de análisis de mediciones, siempre hay que aplicar las normas de flotación adecuadas.

Aunque en el ámbito de la ortodoncia están cobrando cada vez más importancia otras imágenes diagnósticas, esperamos que esta sección demuestre la utilidad que pueden tener los principios del análisis cefalométrico como herramienta clínica. Especialmente en los casos ortodóncicos más complejos, el odontólogo puede hacerse un flaco favor a sí mismo y a su paciente si no aplica estos principios.

Análisis de imágenes tridimensionales de tomografía computarizada de haz cónico

La TC axial (espiral) tiene ya más de 40 años, y su uso se generalizó rápidamente en el campo de la medicina. No se utilizó para generar registros diagnósticos ortodóncicos típicos debido a sus costes y a las dosis relativamente elevadas de radiación, que resultan bastante aceptables para los problemas médicos más importantes pero no para la mayoría de los tratamientos electivos, incluida la ortodoncia.

Todo esto cambió con la aparición de la TCHC para el examen de la cabeza y la cara a comienzos del siglo XXI, ya que el coste de los equipos (y, por consiguiente, de las imágenes) disminuyó considerablemente, y también se redujo enormemente la dosis de radiación en comparación con la TC axial. Actualmente, la TCHC se utiliza mucho en ortodoncia. Se acepta que proporciona información nueva que podría mejorar el plan de tratamiento en determinadas circunstancias, y el entusiasmo ha llevado a algunos ortodoncistas a proponer que se use la TCHC en todos los pacientes ortodóncicos, en lugar de las radiografías panorámicas, cefalométricas y oclusales y de las tomografías de la ATM. Sin embargo, esto implica un aumento importante de la dosis de radiación (v. tabla 6-6).

¿La información adicional que nos aporta TCHC se traduce en unos planes de tratamiento mejores y unos resultados superiores? Para poder responder a esta pregunta hay que pasar de las opiniones y recurrir a las pruebas, que siguen siendo muy escasas. Hay tres casos de los que ya disponemos datos suficientes para respaldar el uso de la TCHC en los pacientes ortodóncicos:

- La erupción o impactación ectópica de los dientes (especialmente de los caninos superiores, pero también de otros dientes) que obliga a su exposición quirúrgica y al movimiento ortodóncico para desplazarlos a la boca.
- La asimetría facial muy marcada, especialmente cuando afecta al movimiento de alabeo (balanceo) y guiñada (viraje) (v. sección más adelante).
- Los síndromes y las secuelas de traumatismos faciales.

Erupción o impactación ectópica de los dientes

En el caso de los dientes impactados, la TCHC proporciona dos tipos de información que pueden modificar considerablemente el plan de tratamiento que se habría obtenido a partir de las radiografías bidimensionales: 1) permite visualizar claramente el alcance de los daños sufridos por las raíces de los dientes permanentes adyacentes, y 2) permite definir la trayectoria que deben seguir para llevarlos hasta la boca de la mejor manera posible y con el menor daño adicional para los dientes adyacentes.²⁷ De este modo, se pueden realizar ajustes, como desplazar un canino impactado vestibularmente antes de empezar a moverlo hacia el plano oclusal, con el objeto de evitar

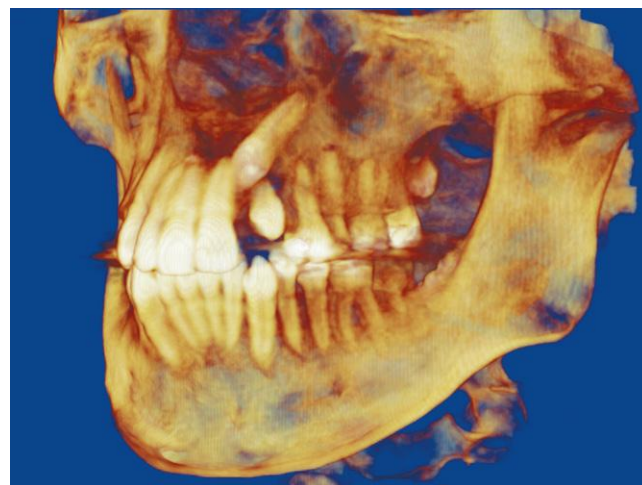
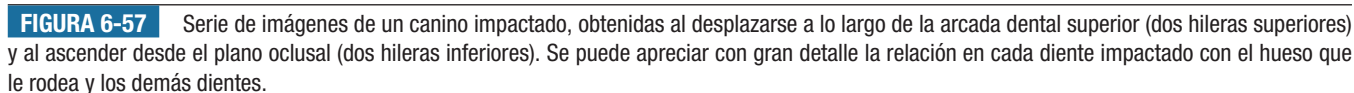


FIGURA 6-56 Canino impactado, tal como se visualiza en una TCHC de campo visual amplio. El diente ocupa una posición mesial y vestibular respecto del incisivo lateral, y la punta de la corona parece quedar por detrás de la raíz del incisivo central. Estas relaciones se apreciarían mejor si rotáramos la imagen, algo que, por supuesto, puede realizarse muy fácilmente en la pantalla del ordenador.

la raíz restante de un incisivo lateral dañado (fig. 6-56), y el cirujano puede colocar un anclaje en la posición más favorable del diente para aprovechar mejor las fuerzas biomecánicas durante su movimiento.

Con la TCHC se puede reducir la dosis de radiación de dos maneras: limitando las dimensiones del campo visual y reduciendo el tiempo de escaneado necesario para obtener la imagen (y, por consiguiente, su resolución). Si la razón fundamental para solicitar una TCHC es un diente impactado, basta un campo visual reducido y un tiempo de escaneado relativamente corto para efectuar una evaluación detallada del diente y determinar la ruta más adecuada para llevarlo hasta la arcada dental. En tal caso, la dosis de radiación es bastante parecida a la necesaria para dos radiografías periapicales, que sería la cantidad mínima de radiografías bidimensionales necesaria para localizar el diente; además, el aparato es mucho más barato que uno con un campo visual más extenso para obtener imágenes de toda la cara. En un consultorio de odontología familiar, un aparato de TCHC con un campo visual pequeño puede resultar adecuado para casi todas las aplicaciones. Para un consultorio de ortodoncia sería mejor un aparato con un campo visual más extenso que permita evaluar tanto las proporciones faciales como los dientes impactados (fig. 6-57), aunque sería deseable que tuviera un campo visual ajustable para poder reducir el tamaño del mismo y el tiempo de exploración cuando solo haya que examinar un diente impactado. Actualmente, existen ya aparatos de TCHC de este tipo. Para un consultorio de ortodoncia, la alternativa a un aparato de campo visual ajustable sería un aparato «híbrido» que incorpore también una unidad cefalométrica y panorámica convencional. Esta unidad permitiría reducir la dosis de radiación cuando solo se necesitara una de esas proyecciones.²⁸



Hasta la popularización de la TCHC, la principal indicación para una radiografía cefalométrica frontal era la asimetría facial. Incluso si se sumaba esta imagen a las proyecciones cefalométricas panorámica y lateral convencionales, para poder evaluar una asimetría había que extrapolar entre las tres imágenes, y dicha evaluación era cualitativa, no cuantitativa. Si se dispone de estas tres radiografías de un paciente con una asimetría mandibular, se puede apreciar en la cefalométrica lateral que la rama y el cuerpo mandibulares son más largos en un lado; en la proyección panorámica, que la rama es más larga en un lado

Es posible obtener un modelo estereolitográfico de dimensiones muy exactas de un esqueleto facial asimétrico a partir de los datos de la TC (fig. 6-59), de tal manera que el ortodoncista y el cirujano pueden visualizarlo en tres dimensiones en lugar

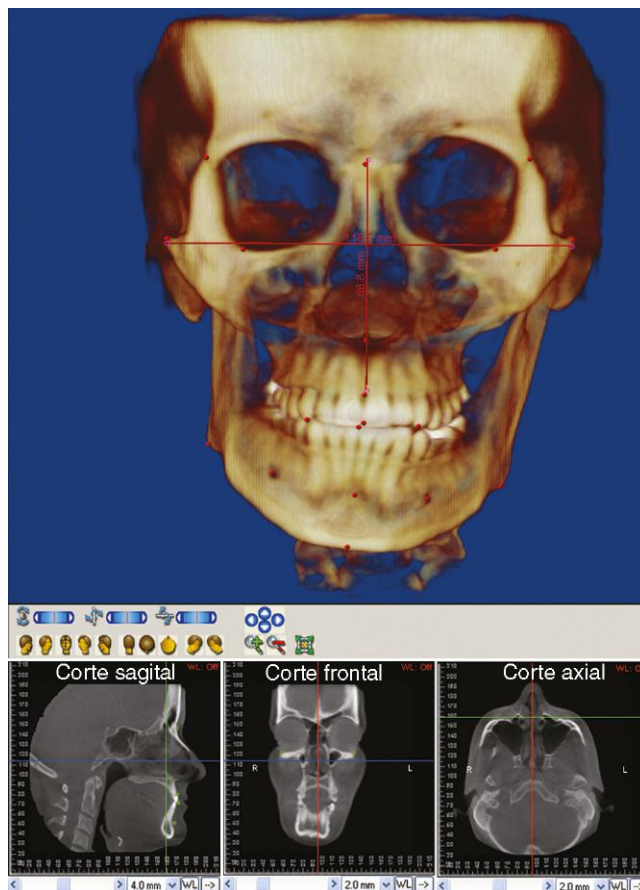


FIGURA 6-58 TCHC de campo visual amplio correspondiente a un paciente con asimetría mandibular. A la izquierda, los cortes del mismo archivo, orientados en relación con el plano sagital medio y el plano de Fráncfort. Se puede medir con gran exactitud la distancia entre cualquier punto (los puntos no se limitan ni mucho menos a los utilizados en esta imagen para demostrar las posibilidades de medición).

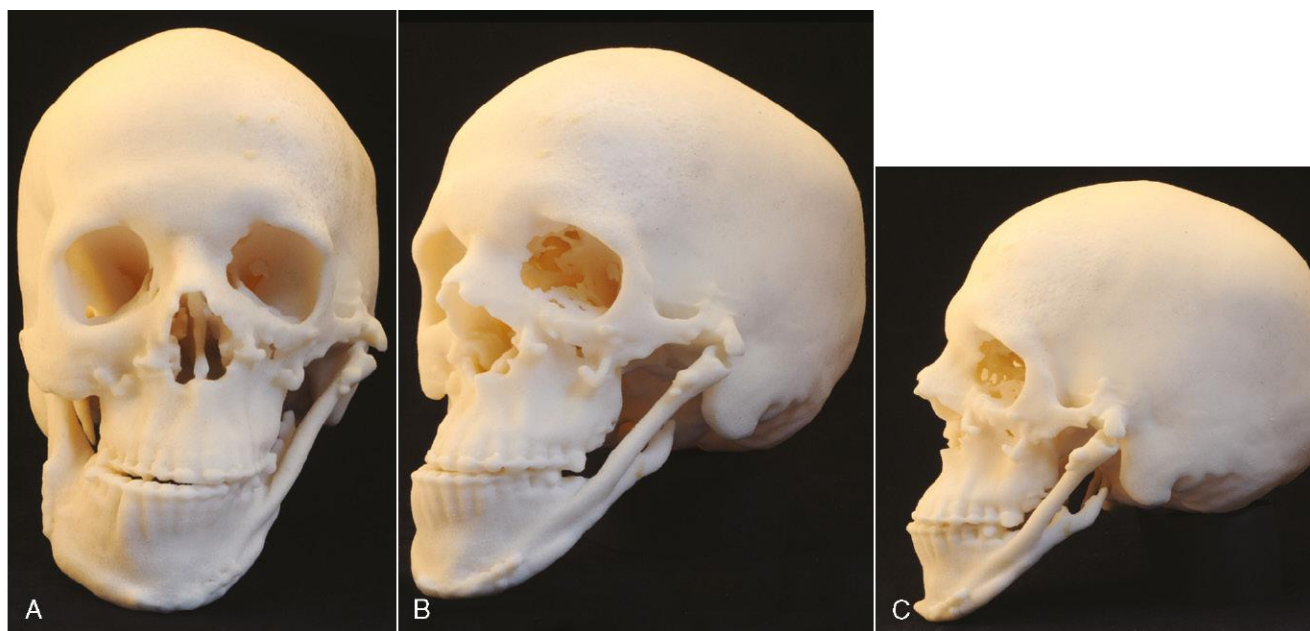


FIGURA 6-59 A-C. Modelo estereolitográfico de la cabeza de una paciente con microsomía hemifacial de grado 3 (grave); falta toda la rama mandibular del lado afectado (izquierdo). La paciente se había sometido previamente a una intervención en la que se le colocó un injerto costal para conectar el cuerpo mandibular del lado izquierdo con un punto de la articulación con el cráneo, y ahora tenía que someterse a otra intervención para mejorar la función y la simetría. Un modelo como este forma una parte esencial de un plan de tratamiento quirúrgico complejo. (Por cortesía del Dr. T. Turvey.)

de hacerlo como una sucesión de imágenes en la pantalla de un ordenador. Para esta aplicación puede resultar mejor la TC axial que la de haz cónico. El modelo permite planificar la cirugía con más precisión, incluyendo la posibilidad de moldear de antemano las placas de fijación y de determinar con exactitud la forma en que hay que colocar los tornillos de fijación. Esta tecnología se describe más detalladamente en el capítulo 19.

Síndromes, deformidades congénitas y traumatismos faciales

En cierto sentido, los pacientes con síndromes y traumatismos presentan los mismos problemas de diagnóstico que conlleva una asimetría menos marcada: se necesitan mediciones cuantitativas, más que aproximaciones cualitativas. La diferencia radica fundamentalmente en que suelen necesitar tratamiento a edades más tempranas, lo que potencia la utilidad relativa de las imágenes tridimensionales frente a las bidimensionales. Aunque los ortodontistas son una parte imprescindible del equipo que tiene que tratar a estos pacientes, su evaluación diagnóstica y su tratamiento están en su mayor parte fuera del alcance de este libro, y recomendamos al lector que recurra a los tratados dedicados al tratamiento de estos casos.^{30,31}

Posibilidades diagnósticas de la tomografía computarizada de haz cónico

Igual que un ortodontista debe detectar cualquier patología en las radiografías cefalométricas y panorámicas (como le han enseñado en los cursillos sobre su especialidad), también deben detectarse cambios patológicos en las imágenes de TCHC. ¿Es esta una responsabilidad del ortodontista? ¿Debería un radiólogo maxilofacial con conocimientos de TCHC revisar las imágenes obtenidas a petición del ortodontista? La respuesta a ambas

preguntas es afirmativa: el ortodontista puede adquirir la pericia necesaria para detectar patologías imprevistas, o debe recurrir a la opinión de un experto para ello. Conforme vaya aumentando el uso de la TCHC en el ámbito de la ortodoncia (como parece claro que sucederá), los programas de estudios de esta especialidad tendrán que ofrecer una evaluación más amplia de estas imágenes, pero se necesitará como medida rutinaria (también por exigencia de las compañías de seguros) que un radiólogo revise estos registros de un modo que no ha sido necesario hasta ahora con las radiografías bidimensionales.

Evaluación de los cambios producidos por el crecimiento y el tratamiento

Una de las principales aplicaciones de la cefalométrica lateral (y en muchos aspectos la más importante) es la evaluación de los cambios producidos por el crecimiento y/o el tratamiento. Esta fue la razón por la que se desarrolló originalmente la cefalometría. Normalmente, una exploración clínica minuciosa suele proporcionar una lista completa de problemas que las radiografías cefalométricas pueden confirmar, pero ni siquiera los especialistas con más experiencia pueden evaluar los cambios que se producen a lo largo del tiempo sin superponer los trazados cefalométricos. En esencia, utilizamos los trazados para desechar gran parte de la información de una radiografía cefalométrica, de tal manera que cuando superponemos los trazados podemos apreciar mejor aquellos cambios en los que estamos interesados realmente.

No es fácil extrapolar este método a las imágenes tridimensionales secuenciales. Cabe la posibilidad de crear una «cefalografía sintética» a partir de las imágenes de TCHC (fig. 6-60), bastante equiparable a las cefalografías convencionales como para poder usarla en la práctica clínica,³² y utilizarla para evaluar los posibles cambios igual que se viene haciendo desde hace 50 años; pero la



FIGURA 6-60 Comparación de una radiografía cefalométrica convencional (A) y una «cefalografía sintética» (B) obtenida a partir de los datos de la TCHC del mismo paciente. Se aprecia claramente su parecido; diversos estudios han demostrado que las mismas mediciones usadas para el análisis convencional pueden utilizarse igualmente con las cefalografías estándar y «sintéticas».

razón fundamental para la TCHC era precisamente la de ir más allá de esa visión limitada. Las referencias que se emplean en las cefalografías laterales no resultan muy fiables cuando el campo visual gira y se aleja del plano AP del espacio. Los intentos de definir unas referencias para la superposición tridimensional están empezando a dar algunos frutos, pero en el mejor de los casos proporciona una imagen bastante limitada de los cambios que se producen en un paciente.³³

En lugar de superponer unas referencias, en el caso de las imágenes tridimensionales resulta más adecuado superponer la superficie de la estructura de referencia en vez de los puntos de referencia que supuestamente la definen.³⁴ Para el análisis cefalométrico se superponen la base del cráneo en la silla turca y la tríada etmoidal, normalmente orientada a lo largo de la línea SN. Para el análisis tridimensional se puede superponer la superficie de la base craneal (que, como las estructuras de la línea media, varían muy poco durante el tratamiento ortodóncico) y visualizar los cambios que experimentan los maxilares en relación con la misma. Lo que se consigue así es superponer miles de puntos superficiales, en vez de unos cuantos puntos de referencia.

Esto agrava el problema del exceso de información y dificulta su comprensión. Ahora se pueden evaluar los cambios en miles de puntos, pero miles de mediciones son demasiadas. La solución consiste en presentar los cambios en forma de mapas de color, representando dichos cambios en los miles de puntos mediante la intensidad del color, y la dirección de los cambios con el propio color (fig. 6-61).³⁵

En los capítulos precedentes dedicados al crecimiento y el desarrollo hemos mencionado ya el uso de mapas de color generados mediante superposiciones tridimensionales para visualizar los cambios producidos por el crecimiento. Ahora puede ver algunos mapas de color que muestran los cambios producidos por el tratamiento, y encontrará más en secciones posteriores de este mismo libro y en la futura literatura ortodóncica. Por supuesto, el uso de mapas de color para evaluar estos cambios aleja al ortodoncista del viejo «juego de números» cefalométricos para la toma de decisiones basadas en mediciones específicas, y le permite visualizar el patrón general de cambios. Como ya hemos señalado anteriormente, el cerebro humano es un ordenador analógico, y para llegar a comprender realmente la información digital es necesario efectuar una conversión mental digital-analógica. Los mapas de color facilitan considerablemente este trabajo.

CLASIFICACIÓN ORTODÓNCICA

Tradicionalmente, las clasificaciones han sido un elemento importante en el diagnóstico y la planificación. Una clasificación ideal de las condiciones ortodóncicas resumiría los datos diagnósticos y daría una orientación con respecto al plan de tratamiento. Según nuestra concepción del diagnóstico, podemos definir la clasificación como la reducción (ordenada) de los datos disponibles a una lista de los problemas que presenta el paciente (fig. 6-62).

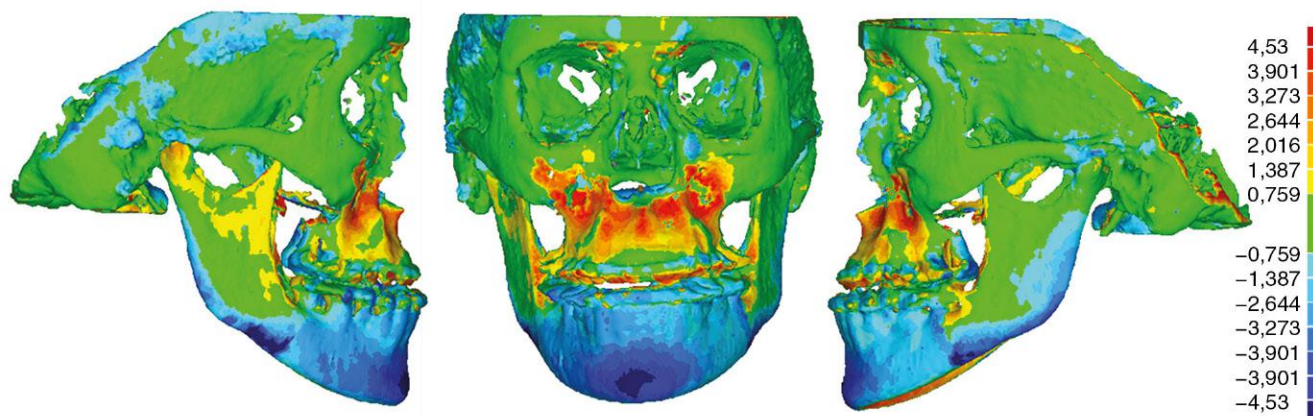


FIGURA 6-61 Mapa de color que representa la situación antes y después de la cirugía en un paciente al que se le adelantó el maxilar superior y se le retrasó el maxilar inferior asimétrico para corregir una maloclusión de clase III. El color verde indica un cambio mínimo o nulo, el gradiente de los colores rojo y azul muestra la magnitud y la dirección de los cambios. El rojo indica avance (acercamiento al observador en el centro de la imagen); cuanto más oscuro es el rojo, mayor es el movimiento, siendo 4,5 mm el valor máximo en la escala (a la derecha). El azul indica retroceso (alejamiento del observador en la imagen central); el azul más oscuro equivale a 4,5 mm.

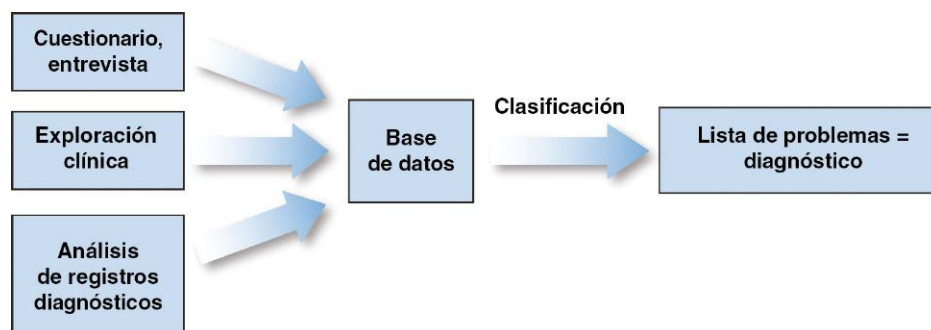


FIGURA 6-62 Conceptualmente, podemos considerar que una clasificación es una forma ordenada de obtener un listado de los problemas del paciente a partir de la base de datos.

Desarrollo de los sistemas de clasificación

La primera clasificación ortodóncica útil, y que todavía continúa siendo parte importante de la clasificación ortodóncica, fue la clasificación de la maloclusión de Angle en las clases I, II y III. Esta clasificación se basaba en las relaciones entre los primeros molares y en la alineación (o falta de alineación) de los dientes en relación con su línea de oclusión. Basándose en ello, la clasificación de Angle establecía cuatro grupos:

Oclusión normal	Relaciones molares normales (clase I), dientes en la línea de oclusión.
Maloclusión de clase I	Relaciones molares normales (clase I), dientes apiñados, rotados, etc.
Maloclusión de clase II	Molares inferiores distales a los superiores, relaciones de otros dientes con la línea de oclusión sin especificar.
Maloclusión de clase III	Molares inferiores mesiales a los superiores, relaciones de otros dientes con la línea de oclusión sin especificar.

El sistema de Angle constituyó un enorme adelanto, no solo porque facilitaba una forma ordenada de clasificar la maloclusión, sino también porque por primera vez se daba una definición sencilla de la oclusión normal y, por consiguiente, una base para poder diferenciarla de la maloclusión.

Quedó claro desde un primer momento que la clasificación de Angle no era completa, ya que no incluía características importantes del problema del paciente. Las deficiencias del sistema original de Angle dieron lugar en un primer momento a una serie de adiciones informales. Martin Dewey, protegido inicialmente de Angle, pero después convertido en su rival, propuso una serie de subdivisiones de la clase I. Gradualmente, la clasificación numérica de Angle fue ampliándose para incluir cuatro características diferentes, aunque relacionadas: la clasificación de la maloclusión, tal como fue ideada originalmente; las relaciones molares; las relaciones maxilares esqueléticas, y el patrón de crecimiento (fig. 6-63). De esta forma, una relación maxilar de clase II implicaba que la mandíbula estaba situada distalmente

con respecto al maxilar. Esto solía guardar alguna conexión con una relación molar de clase II, aunque a veces podía presentarse a pesar de la existencia de una relación molar de clase I. De manera similar, el patrón de crecimiento de clase II se definía como el crecimiento mandibular en dirección posteroinferior, lo cual tendería a crear y a mantener relaciones molares y mandibulares de clase II. Los patrones de crecimiento de clase I y clase III implican un crecimiento mandibular anterior equilibrado y desproporcionado, respectivamente.

En los años sesenta, Ackerman y Proffit formalizaron el sistema de adiciones informales al método de Angle, identificando cinco características fundamentales de la maloclusión que se deberían considerar y describir sistemáticamente en cualquier clasificación (fig. 6-64). Este planteamiento resuelve los principales puntos débiles del esquema de Angle. En concreto: 1) incorpora una valoración del apiñamiento y la asimetría en los arcos dentales e incluye una valoración de la protrusión de los incisivos; 2) reconoce la relación que existe entre la protrusión y el apiñamiento; 3) además del plano anteroposterior, incluye los planos transversal y vertical, y 4) incorpora información sobre las proporciones maxilares esqueléticas en el punto adecuado, es decir, en la descripción de las relaciones en cada uno de los planos del espacio. La experiencia ha confirmado que debe considerarse un mínimo de cinco características en una evaluación diagnóstica completa.

A pesar de que los elementos del esquema Ackerman-Proffit no se combinan exactamente como se propuso inicialmente, actualmente se utiliza mucho la clasificación en cinco características principales. Como en otros aspectos del diagnóstico ortodóncico, los importantes cambios que se han producido recientemente (como el desarrollo de las imágenes tridimensionales y otros avances en la tecnología ortodóncica) han influido en esta clasificación. Sin embargo, el cambio más importante es el gran énfasis que se da actualmente a la evaluación de las proporciones del tejido blando facial y a las relaciones entre la dentición y los labios y mejillas, tanto al sonreír como en reposo.

Una revisión reciente del sistema de clasificación se ha enfocado en ampliarlo para incorporar estos nuevos aspectos en el diagnóstico ortodóncico. Hace 40 años, la mayoría de los ortodoncistas veían su misión como la de corregir maloclusiones enderezando dientes. Actualmente, el objetivo del tratamiento tiene en cuenta el aspecto facial y dental, así como las relaciones entre los dientes. Actualmente, la evaluación del aspecto

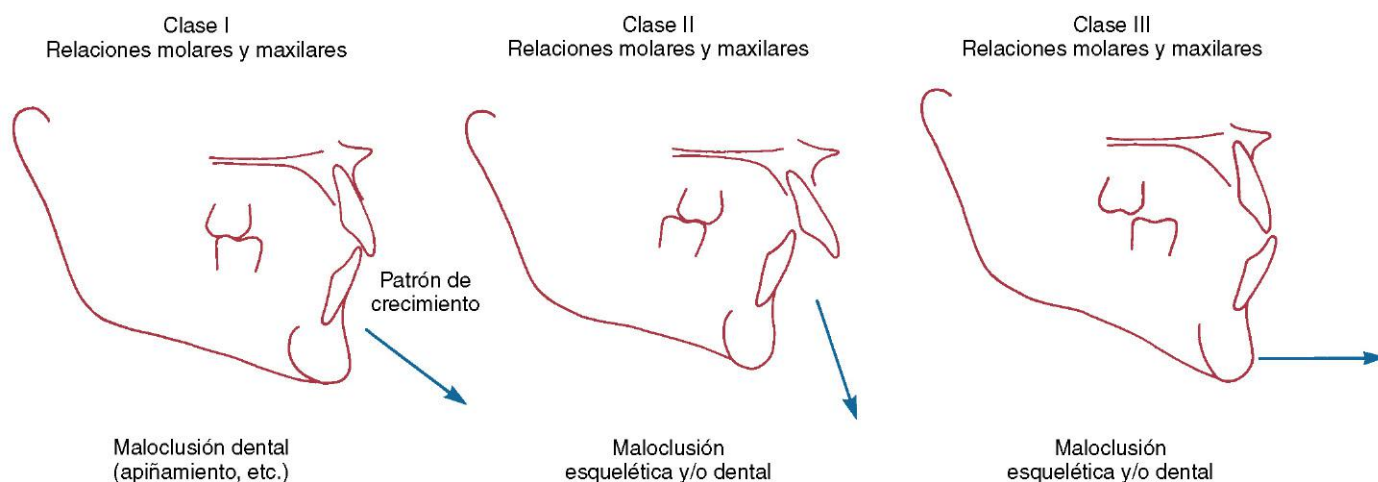


FIGURA 6-63 La clasificación de Angle describe actualmente cuatro cosas diferentes que se pueden ver en el examen clínico, en los modelos dentales y/o en los cefalogramas: la clasificación de la maloclusión, las relaciones molares, las relaciones maxilares y el patrón de crecimiento, tal como hemos representado esquemáticamente en la figura. Aunque las relaciones maxilares y el patrón de crecimiento se correlacionan con las relaciones molares, esas correlaciones no son ni mucho menos perfectas. Es frecuente observar una relación molar de clase I en un paciente con relación maxilar de clase II, o encontrar a un individuo con unas relaciones molar y maxilar de clase I que crece con un patrón de clase III, lo que en última instancia dará lugar a una maloclusión de clase III.

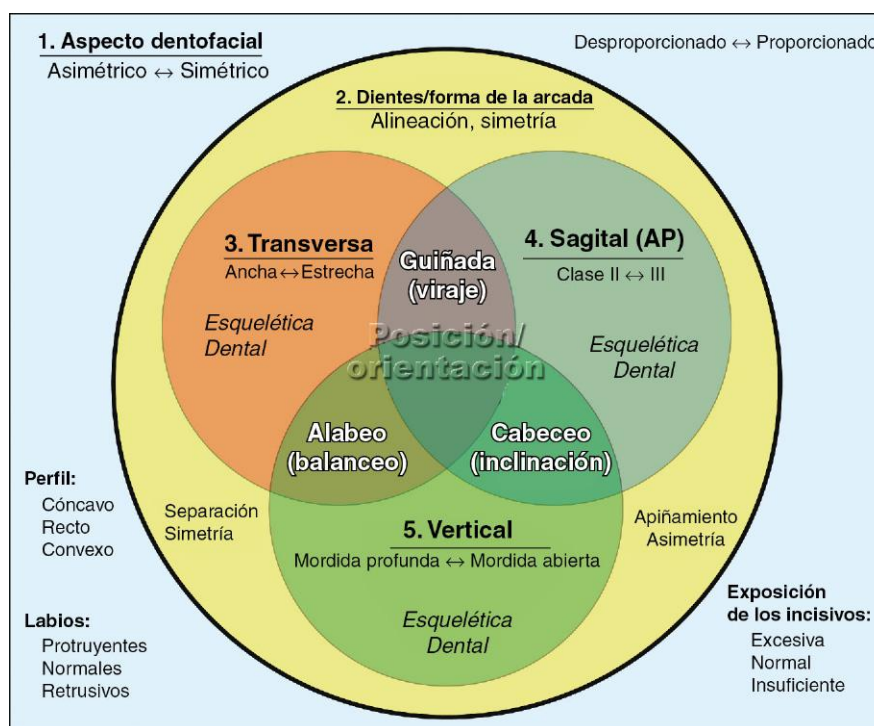


FIGURA 6-64 Ackerman y Proffit representaban las cinco características fundamentales de la maloclusión con un diagrama de Venn. La clave de este sistema de clasificación radica en la descripción secuencial de las características fundamentales, no en su representación gráfica, pero conviene tener siempre presente la integración de las relaciones dentales e intermaxilares con el aspecto dentofacial. Para cada característica se enumeran los elementos que hay que evaluar dentro de un cuadro o círculo, con un espectro de los problemas potenciales en ese área representado por términos opuestos (separación ↔ apiñamiento, simetría ↔ asimetría), y los elementos que se deben evaluar para determinar el aspecto dentofacial aparecen por separado en la parte inferior de cada campo. El círculo correspondiente a cada plano del espacio representa la posición y también la orientación de los maxilares y los dientes en ese plano espacial, y se han rotulado los solapamientos entre los círculos que representan los tres planos del espacio para indicar el problema de orientación que esta interacción podría representar.

dentofacial incluye la evaluación de toda la cara, la consideración de la exhibición de los dientes anteriores en reposo y durante la sonrisa, y la evaluación de los tejidos blandos en visiones oblicuas (¾), frontales y de perfil. Poco ha cambiado con respecto a la descripción del apiñamiento o de los diastemas en las arcadas dentales, pero actualmente se requiere una mejor comprensión de la línea de oclusión en relación con los objetivos del tratamiento. Dicho objetivo ya no es solo corregir la maloclusión, sino corregirla llevando a la dentición y al esqueleto facial a sus relaciones normales con los tejidos blandos faciales e intraorales, lo que significa que se requiere un análisis de los rasgos dentofaciales más profundo.

Adiciones al sistema de clasificación de cinco características

Existen dos aspectos particulares que ayudan a este análisis más profundo: 1) la evaluación de la orientación de la *línea estética de la dentición*, relacionada con —pero diferente— de la línea funcional de la oclusión de Angle, y 2) completar la descripción tridimensional tradicional de las relaciones faciales y dentales con las características rotacionales alrededor de cada plano del espacio. Considerémoslas por separado.

1. Línea estética de la dentición. Durante un siglo se ha utilizado la línea de la oclusión de Angle para caracterizar las posiciones de los dientes en la arcada dental como referencia para evaluar la forma y la simetría de la arcada. El concepto de Angle era que si la línea oclusal bucal de la arcada dental mandibular coincidía con las líneas de las fosas centrales de la arcada dental maxilar y los dientes estaban bien alineados, se obtenía una oclusión ideal. La línea de la oclusión se oculta de la vista cuando los dientes maxilares y mandibulares están en contacto.

En el análisis actual es fundamental otra línea curva que caracteriza el aspecto de la dentición: la que se observa cuando se valora la visión frontal de la dentición (fig. 6-65). Esta línea, la línea estética de la dentición, sigue los bordes faciales de los dientes maxilares anteriores y posteriores. La orientación de esta línea, como la de la cabeza y la de la mandíbula, se puede describir mejor cuando, además de los planos transversal, anteroposterior y vertical, se tienen en cuenta los ejes rotacionales de cabeceo, alabeo y guiñada.

2. Descripción sistemática de cabeceo, alabeo y guiñada. Un aspecto clave de nuestro sistema anterior de clasificación fue la incorporación del análisis sistemático de las relaciones esqueléticas y dentales en los tres planos del espacio, de manera que puedan incorporarse en el listado de problemas del paciente las desviaciones en cualquier dirección. A pesar de ello, una descripción completa requiere tomar en consideración la traslación (hacia delante, hacia atrás, arriba, abajo, izquierda, derecha) en las tres direcciones del espacio y la rotación alrededor de tres ejes perpendiculares (cabeceo, alabeo y guiñada) (fig. 6-66).³⁶ Esto es exactamente igual a lo que sería necesario para describir la posición de un avión en el espacio. La introducción de los ejes rotacionales en la descripción sistemática de los rasgos dentofaciales mejora significativamente la precisión de la descripción, y facilita de esta manera el desarrollo del listado de problemas.

Tener en cuenta el cabeceo, el alabeo y la guiñada de la línea estética de la dentición es una forma particularmente útil de valorar la relación entre los dientes y los tejidos blandos que enmarcan su disposición. Desde esta perspectiva, una rotación excesiva hacia arriba o abajo de la dentición con respecto a los labios y las mejillas se describiría como cabeceo (hacia arriba o abajo, frontal o posterior) (fig. 6-67). En la exploración clínica debe evaluarse este cabeceo de la dentición con respecto a los tejidos blandos faciales. También debería analizarse el cabeceo de los maxilares y los dientes entre sí y con respecto al esqueleto facial, pero ha de confirmarse con la radiografía cefalométrica en el paso final de clasificación, en el que este cabeceo se demuestra por la orientación de los planos palatino, oclusal y mandibular con respecto a la horizontal verdadera (v. fig. 6-47).

El alabeo, que es análogo a la inclinación lateral de un avión, se describe como la rotación hacia arriba o abajo de un lado sobre el otro. En la exploración clínica, es importante relacionar la orientación transversal de la dentición (la línea estética) con los tejidos blandos faciales y el esqueleto facial. La relación con los tejidos blandos faciales se evalúa clínicamente con la línea intercomisural como referencia. Ni los modelos dentales ni las fotografías que utilizan un marcador del plano oclusal (plano de Fox) lo revelarán. Se observa, tanto en el plano frontal como en el oblicuo, con los labios relajados y más claramente al sonreír (fig. 6-68; v. también fig. 6-20). La relación con el esqueleto facial se observa con respecto a la línea interocular. El uso de un plano

El texto continúa en la página 210.

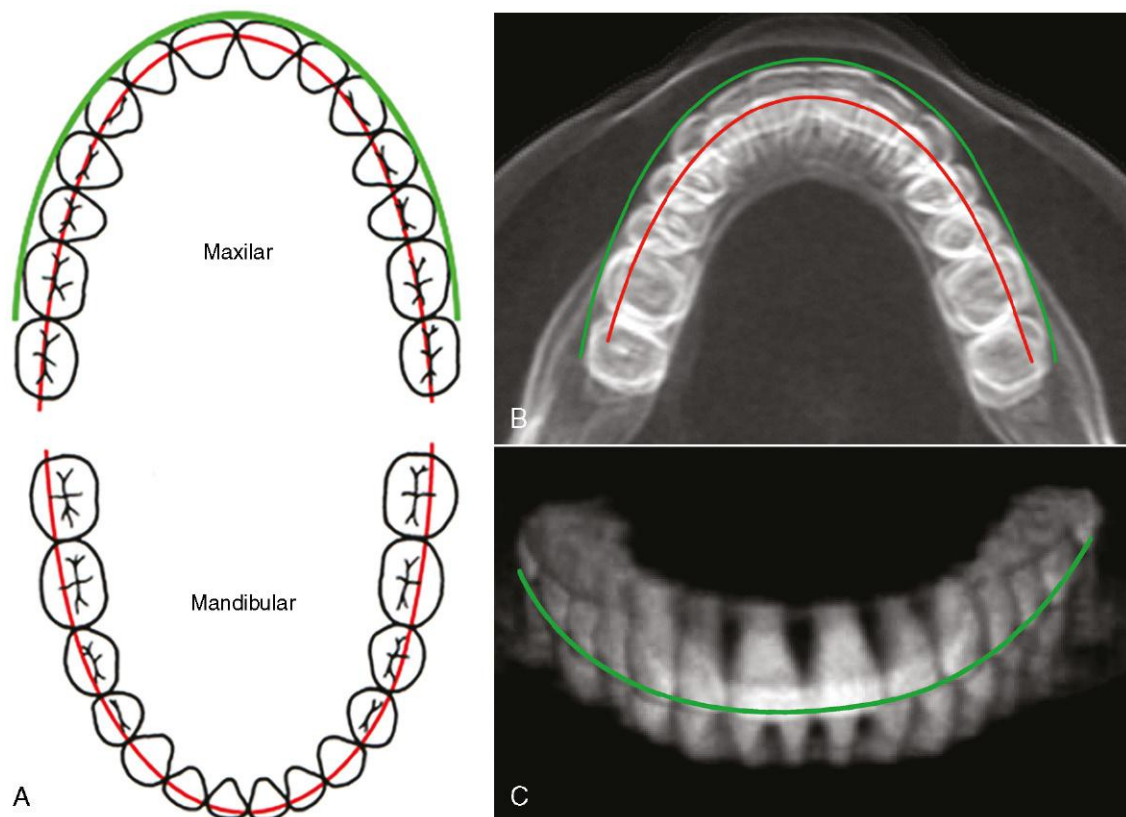


FIGURA 6-65 A. La relación de los dientes con la línea de oclusión de Angle (roja) ha sido durante mucho tiempo la base del análisis de la simetría y el apiñamiento. Actualmente, se utiliza una línea curva (verde) a lo largo de los bordes incisales y de las puntas de las cúspides de los dientes maxilares, la línea estética de la dentición, para incorporar las relaciones dentolabiales a la evaluación diagnóstica de las posiciones de los dientes. B. Imagen de tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) submentoniana-vértex *in vivo* de un individuo con una oclusión normal. Se observa la dentición maxilar superpuesta sobre la dentición mandibular como es *in vivo*. En este individuo, los dientes se alinean y posicionan de manera que la línea de oclusión está situada casi idealmente en las dos arcadas. Si un paciente tiene una asimetría caracterizada por la rotación del maxilar, la mandíbula, la dentición (o cualquiera de todos los anteriores) alrededor del eje vertical, puede detectarse en la proyección radiográfica. En esta proyección puede verse también la línea estética de la dentición (verde), dibujada como estaba en A. C. La imagen de «bloqueo» transversal de una TCHC puede manipularse en la pantalla del ordenador alrededor de los tres ejes rotacionales. Esto es simplemente una perspectiva diferente de la imagen mostrada en B, en la que se muestra la línea estética de la dentición en relación con el borde incisal y las puntas de las cúspides de los dientes superiores.

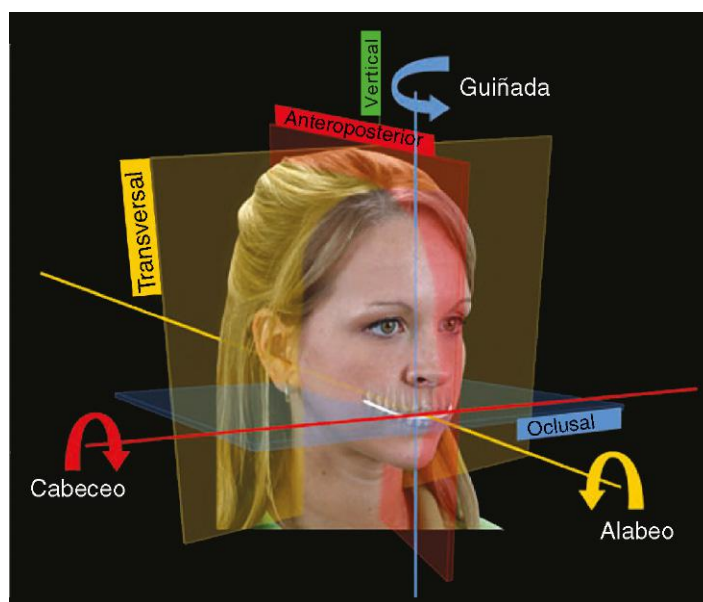


FIGURA 6-66 Además de las relaciones en los planos transversal, anteroposterior y vertical del espacio utilizados en el análisis tridimensional tradicional, deben evaluarse también las rotaciones alrededor de los ejes perpendiculares a estos planos. Estas rotaciones son el cabeceo, desviaciones arriba y abajo alrededor del eje transversal; alabeo, visto como desviaciones arriba y abajo alrededor del eje anteroposterior, y guiñada, vista como desviaciones izquierda y derecha alrededor del eje vertical. Deberían evaluarse las rotaciones para los maxilares y para la línea estética de la dentición.



FIGURA 6-67 La relación vertical entre los dientes y los labios y mejillas se describe adecuadamente como traslación hacia arriba o hacia abajo sin cabeceo (que es rara), como cabeceo hacia arriba y anterior o hacia abajo y posterior. La comparación se hace entre la línea estética de la dentición y la línea intercomisural. **A y B.** Cabeceo hacia abajo de los dientes anteriores, de manera que el labio inferior cubre casi por completo la línea estética de la dentición al sonreír. La mordida abierta anterior suele acompañarse de un cabeceo de este tipo. **C.** En esta chica, que no tiene mordida abierta anterior a pesar de su patrón esquelético de cara larga, toda la dentición se traslada hacia abajo, pero clínicamente se observa un cabeceo hacia abajo posteriormente. Obsérvese que la línea estética de la dentición se inclina hacia abajo y atrás en relación con la línea intercomisural y que existe una mayor exposición gingival posterior que anteriormente.



FIGURA 6-68 El alabeo describe la posición vertical de los dientes cuando los lados derecho e izquierdo son diferentes. **A.** Alabeo hacia abajo de la dentición del lado derecho en relación con la línea intercomisural (*amarilla*). Obsérvese que los incisivos maxilares se inclinan a la izquierda. La barbilla se desvía a la izquierda, reflejando un crecimiento mandibular asimétrico con alargamiento del cuerpo y rama mandibulares en el lado derecho. Mediante palpación puede confirmarse la posición vertical de los ángulos goníacos, por lo que en este caso existe un componente esquelético del alabeo. **B.** Alabeo de la dentición hacia abajo en el lado derecho y ligeramente hacia arriba en el izquierdo con respecto a la línea intercomisural. No existe desplazamiento transversal de la barbilla, pero todo el lado derecho de la cara es más largo; obsérvese que la línea interocular se balancea de manera opuesta a la línea estética de la dentición. **C.** El plano de Fox muestra la orientación del plano oclusal con respecto a la línea interocular, pero mientras se utiliza no puede observarse la relación de los dientes con la línea intercomisural.



FIGURA 6-69 **A.** En esta chica se observa la guiñada de la dentición maxilar. Presenta también una guiñada de la mandíbula en la misma dirección. Obsérvese que la guiñada de la línea estética de la dentición es mayor que la de la barbilla. En la exploración clínica será importante evaluar la relación de la línea media de la dentición mandibular con la barbilla. En pacientes con este tipo de asimetría existe una guiñada compensatoria de los dientes mandibulares hacia la línea media esquelética. **B.** Guiñada marcada de la dentición maxilar hacia la derecha en esta mujer que casi no presentaba guiñada mandibular. Obsérvese que también tenía una mayor elevación de la comisura derecha al sonreír y que estaba tan relacionada con la línea intercomisural que tenía un alabeo hacia abajo de la dentición en el lado derecho. Esto debería observarse en la exploración clínica debido a que será importante determinar si ella lo considera un problema.

de Fox para marcar un canto del plano oclusal hace más fácil visualizar la relación entre la dentición y la línea interoclusal, pero con este dispositivo en posición es imposible conocer la relación entre los dientes y la línea intercomisural.

La rotación de los maxilares o de la dentición de un lado a otro alrededor de un eje vertical produce una discrepancia de la línea media dental o esquelética que se describe con el término guiñada (fig. 6-69). Puede presentarse una guiñada de la dentición en relación con los maxilares o de la mandíbula o el maxilar que arrastra con ella la dentición. El efecto de la guiñada, además de las desviaciones de la línea media dental, esquelética o de ambas, es típicamente una relación molar de clase II o clase III unilateral. Una guiñada extrema se asocia con mordidas cruzadas posteriores asimétricas, bucal en un lado y lingual en otro. La guiñada se ha dejado fuera de todas las clasificaciones anteriores, pero la caracterización de las asimetrías transversas de esta manera hace más fácil describir con exactitud las relaciones.

Las desviaciones de la línea media pueden ser un reflejo del desplazamiento de los incisivos debido al apiñamiento y debe

diferenciarse de una discrepancia de guiñada en la que toda la arcada dental rota hacia un lado. Si existe una verdadera discrepancia, la siguiente pregunta que debemos plantearnos es si se desvía solo la mandíbula o si es la dentición la que se desvía con respecto al maxilar. Aunque rara, es posible una guiñada del maxilar; una asimetría de la mandíbula asociada a guiñada está presente en el 40% de los pacientes con un crecimiento mandibular deficiente o excesivo³⁷ y, en estos pacientes, la dentición tiende a desviarse en una dirección compensatoria con respecto a la guiñada. Todo esto puede detectarse con una exploración clínica cuidadosa, ya que no puede observarse claramente con los registros diagnósticos típicos.

A pesar de estas adiciones a la evaluación diagnóstica, pueden delinearse adecuadamente los rasgos dentofaciales utilizando cinco características principales. En el cuadro 6-5 se incluyen los puntos adicionales que deben incluirse actualmente en el diagnóstico, la evaluación y la clasificación. El examen de estas cinco características principales en secuencia proporciona una manera adecuada de organizar la información diagnóstica para estar seguro de no haber pasado por alto puntos importantes.

CUADRO 6-5

CLASIFICACIÓN DE LAS CINCO CARACTERÍSTICAS DE LOS RASGOS FACIALES

Aspecto dentofacial

Proporciones faciales frontales y oblicuas, simetría, exhibición de los dientes anteriores, orientación de la línea estética de la oclusión, perfil

Alineación

Apiñamiento/diastemas, forma de la arcada, simetría, orientación de la línea funcional de oclusión

Anteroposterior

Clasificación de Angle, esquelética y dental

Transversal

Mordidas cruzadas, esqueléticas y dentales

Vertical

Mordida profunda, esquelética y dental

Clasificación en función de las características de la maloclusión

Paso 1: valoración de las proporciones faciales y la estética

Esta valoración se efectúa durante la exploración clínica inicial; se estudian la posible asimetría facial, las proporciones faciales verticales y anteroposteriores y las relaciones entre los dientes y los labios (en reposo y al sonreír). Ya se ha hablado de la evaluación en este capítulo en el contexto de las consideraciones macro-, mini- y microestéticas y en la sección previa se ha descrito la incorporación de los datos en el esquema de la clasificación, utilizando ejes de rotación además de los tres planos del espacio tradicionales. Los resultados obtenidos en esta parte de la exploración se resumen como hallazgos positivos (problemas). Han de evaluarse los hallazgos clínicos en relación con las fotografías faciales y la radiografía cefalométrica lateral, que deberían confirmar el juicio clínico.

Paso 2: valoración de la alineación y la simetría en los arcos dentales

Esta valoración se lleva a cabo mediante examen de los arcos dentales desde el punto de vista oclusal, valorando primero la simetría de cada arco y después el apiñamiento o espaciamiento que pueda existir. El análisis del espacio permite cuantificar el apiñamiento o el espaciamiento, pero los valores obtenidos se deben interpretar en el contexto de la valoración global del paciente. Un punto importante es la presencia o ausencia de excesiva protrusión de los incisivos, que no se puede valorar sin determinar la separación labial en reposo. Por esta razón han de tenerse en cuenta inmediatamente las relaciones dentofaciales observadas en la exploración clínica inicial, junto con la relación entre los dientes y la línea de oclusión.

Paso 3: valoración del plano transversal del espacio

En esta fase se ponen los modelos en oclusión y se analizan las relaciones oclusales, comenzando por el plano transversal (mordida cruzada posterior). El objetivo de este estudio es describir la oclusión y diferenciar los factores esqueléticos que puedan contribuir a la maloclusión de los dentales. En la actualidad, la evaluación es principalmente de los modelos dentales y las radiografías, pero debe tenerse en cuenta que el cabeceo, el alabeo y la guiñada de los maxilares y la dentición afectan a las relaciones dentofaciales transversales. Estos factores deberían haberse observado en el paso 1 de la clasificación y pueden confirmarse en este paso.

La mordida cruzada posterior se describe en función de la posición de los molares superiores (fig. 6-70). Por ejemplo, una mordida cruzada lingual (o palatina) maxilar bilateral significa que los molares superiores ocupan a ambos lados una posición lingual con respecto a su posición normal, mientras que una mordida cruzada bucal mandibular unilateral supondría que el molar inferior de un lado ocupa una posición bucal. Esta terminología especifica los dientes (superiores o inferiores) que están desplazados de su posición normal.

También es importante valorar las relaciones esqueléticas subyacentes, para averiguar por qué aparece una mordida cruzada, en función de dónde se localice la anomalía anatómica. Por ejemplo, si existe una mordida cruzada palatina maxilar bilateral, ¿el

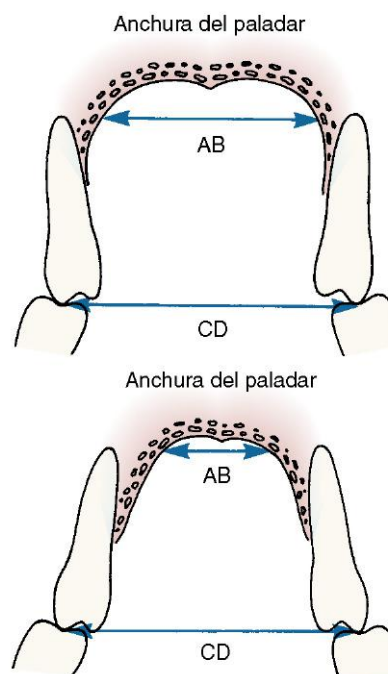


FIGURA 6-70 La mordida cruzada posterior puede ser *dental*, como en el caso de un paciente con un paladar de anchura adecuada (es decir, la distancia AB equivale aproximadamente a la distancia CD), o *esquelética*, al tener el paladar una anchura inadecuada (es decir, la distancia CD es considerablemente mayor que la distancia AB). Debido a que muestra el paladar, se puede ver tanto la anchura dental como la esquelética en un modelo maxilar.

problema básico radica en que el mismo maxilar es muy estrecho, proporcionando la base esquelética para la mordida cruzada, o bien se ha estrechado el arco dental, a pesar de que el hueso tiene la anchura adecuada?

La anchura de la base esquelética maxilar se puede conocer por la anchura de la bóveda palatina en los modelos. Si la bóveda tiene una base ancha, pero los procesos dentoalveolares se inclinan hacia el interior, la mordida cruzada será dental, ya que se debe a una distorsión del arco dental. Si la bóveda palatina es estrecha y los dientes superiores se inclinan hacia el exterior, pero existe mordida cruzada, el problema será esquelético, ya que se deberá básicamente a la estrechez del maxilar. Del mismo modo que se producen compensaciones dentales para la deformidad esquelética en los planos anteroposterior y vertical del espacio, los dientes también pueden compensar los problemas esqueléticos transversos inclinándose lingual o facialmente si la base esquelética es estrecha o ancha, respectivamente.

No es frecuente que los molares inferiores se desplacen transversalmente en la mandíbula, de manera que la cuestión de si el arco mandibular es muy ancho se puede utilizar para saber si la mandíbula o el maxilar están alterados en una mordida cruzada y también para achacarlo al desarrollo mandibular óseo si la respuesta es positiva. En la tabla 6-10 se recogen los datos tabulados sobre los anchos de los molares y los caninos normales. Si existe una mordida cruzada y las mediciones de los arcos dentales demuestran que la mandíbula es ancha y el arco superior es

normal, es probable que se trate de una discrepancia mandibular esquelética.

Paso 4: valoración del plano anteroposterior del espacio

El examen de los modelos dentales en oclusión permitirá detectar cualquier problema anteroposterior en la oclusión bucal o en las relaciones anteriores. La clasificación de Angle, en su versión ampliada, describe muy bien esta situación.

Es importante averiguar si una relación de segmento bucal terminoterminal, de clase II o de clase III, o si un resalte o resalte inverso excesivo de los incisivos se debe a una discrepancia maxilar (esquelética), a un desplazamiento dental en unos maxilares proporcionados (clase II o III dental) o a una combinación de ambas, como suele ser el caso. Una discrepancia maxilar casi siempre produce también una discrepancia oclusal, pero si el origen es una discrepancia maxilar, el problema se debe describir como de clase II o clase III *esquelético*. Esta terminología significa simplemente que la oclusión dental de clase II se debe a la relación esquelética o maxilar. Es muy importante esta distinción entre dental y esquelético, ya que el tratamiento de un niño o de un adulto con relación de clase II esquelética difiere del tratamiento de un problema de clase II dental. Es necesario proceder al análisis cefalométrico para determinar con exactitud la naturaleza del problema. El objetivo consiste en valorar exactamente la base anatómica subyacente de la maloclusión (fig. 6-71).

TABLA 6-10

Mediciones de la anchura de los arcos dentales*

EDAD	HOMBRES			MUJERES		
	Canino	Primer premolar	Primer molar	Canino	Primer premolar	Primer molar
Arco superior						
6	27,5 [†]	32,3 [†]	41,9	26,9 [†]	31,7 [†]	41,3
8	29,7 [†]	33,7 [†]	43,1	29,1 [†]	33 [†]	42,4
10	30,5 [†]	34,4 [†]	44,5	29,8 [†]	33,6 [†]	43,5
12	32,5	35,7	45,3	31,5	35,1	44,6
14	32,5	36	45,9	31,3	34,9	44,3
16	32,3	36,6	46,6	31,4	35,2	45
18	32,3	36,7	46,7	31,2	34,6	43,9
Arco inferior						
6	23,3 [†]	28,7 [†]	40,2	22,2 [†]	28,4 [†]	40
8	24,3 [†]	29,7 [†]	40,9	24 [†]	29,5 [†]	40,3
10	24,6 [†]	30,2 [†]	41,5	24,1 [†]	29,7 [†]	41
12	25,1	32,5	42,1	24,8	31,6	41,8
14	24,8	32,3	42,1	24,4	31	41,1
16	24,7	32,3	42,8	23,9	31	41,5
18	24,8	32,8	43	23,1	30,8	41,7

Datos tomados de Moyers RE, et al: Standards of Human Occlusal Development. Monograph 5, Craniofacial Growth Series. Ann Arbor, Mich: University of Michigan, Center for Human Growth and Development; 1976.

*Distancia en milímetros entre los centros de los dientes.

[†]Predecesor primario.

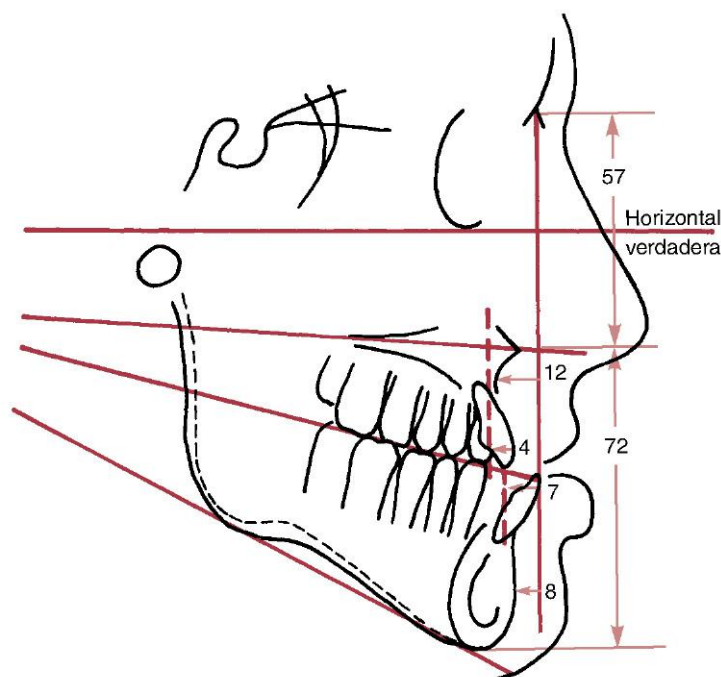


FIGURA 6-71 Análisis cefalométrico que combina elementos de los métodos de medición presentados anteriormente. Una descripción en palabras de los problemas de este paciente sería que el maxilar es bastante deficiente en relación con la mandíbula y la base del cráneo, aunque los dientes superiores guardan una relación bastante razonable con el maxilar. La mandíbula está bastante bien relacionada con la base del cráneo en el plano anteroposterior, pero los dientes inferiores están protruidos en relación con la mandíbula. Las proporciones verticales son buenas. Se necesita un resumen de este tipo, no una tabla de medidas, para el diagnóstico adecuado.

En ocasiones, la oclusión molar es de clase II en un lado y de clase I en el otro. Angle denominó esta situación como subdivisión de clase II izquierda o derecha, dependiendo del lado en el que se encontrara la clase II. En la clasificación actual, la subdivisión solo tiene una utilidad moderada ya que no describe el problema real. La relación molar asimétrica refleja una asimetría en una o ambas arcadas dentales (que suele deberse a la pérdida de espacio cuando se ha producido una pérdida prematura de un segundo molar primario), o un problema esquelético transversal de origen mandibular o dental. Estas condiciones deben diferenciarse entre sí y abordarse en el primer o el segundo apartado que comentamos aquí.

Paso 5: valoración del plano vertical del espacio

Con los modelos en oclusión, se pueden describir los problemas verticales, como mordida abierta anterior (falta de solapamiento de los incisivos), mordida profunda anterior (solapamiento excesivo de los dientes anteriores) o mordida abierta posterior (falta de oclusión de los dientes posteriores, unilateral o bilateralmente). Lo mismo que sucede con todos los aspectos de la maloclusión, es importante preguntarse por qué existe esa mordida abierta (o cualquier otro problema). Dado que los problemas verticales (en especial la mordida abierta anterior) pueden deberse a factores ambientales o a determinados hábitos, el porqué tiene en este caso dos componentes importantes: ¿en qué posición anatómica se da la discrepancia? y ¿es posible identificar una causa concreta?

Es obvio que si los dientes posteriores erupcionan normalmente, pero no los anteriores, habrá un cabeceo de la línea de oclusión y de la línea estética de la dentición. Esto dará lugar a dos problemas relacionados: una mordida abierta anterior y una exhibición de los dientes anterosuperiores inferior a la normal. El cabeceo hacia arriba anterior de los dientes maxilares es posible, pero rara vez es la causa principal de una mordida abierta anterior. Por el contrario, se suele producir al menos una erupción algo excesiva de los dientes posteriores, lo que también puede dar lugar a mordida abierta anterior, ya que si los dientes anteriores erupcionan normalmente, pero los posteriores erupcionan demasiado, ese problema será inevitable. En este caso, la relación entre los dientes anteriores y los labios sería normal y se mostrarían excesivamente los dientes posteriores, de manera que la línea de oclusión y la línea estética de la dentición podrían presentar cabeceo hacia abajo posterior.

Ello nos conduce a un concepto importante, a veces difícil de comprender: un paciente con una mordida abierta *esquelética* presentará habitualmente una maloclusión de mordida anterior que se caracterizará por erupción normal (o incluso excesiva) de los dientes anteriores, rotación hacia abajo de la mandíbula y excesiva erupción de los dientes posteriores (fig. 6-72). Este patrón facial y dental suele conocerse como el «síndrome de cara alargada», y algunos pacientes que sufren este problema no tienen una mordida abierta anterior.

Lo contrario sucede en una cara corta, es decir, relación de mordida profunda esquelética (fig. 6-73). En esas circunstancias, cabría esperar que la erupción de los incisivos fuese normal y

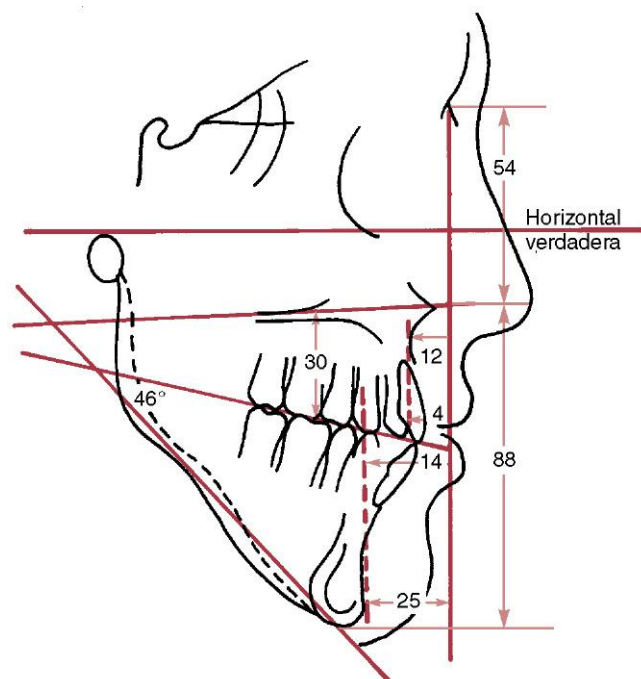


FIGURA 6-72 Análisis cefalométrico correspondiente a un paciente con problemas verticales graves. Se puede observar que las líneas de Sassouni indican que existe un claro patrón de mordida abierta esquelética, y que las mediciones confirman las dimensiones faciales anteriores alargadas y la grave deficiencia mandibular relacionada con la rotación hacia abajo y hacia atrás de la mandíbula. La medición de la distancia desde la cúspide mesial del primer molar superior hasta el plano palatino confirma que se ha producido una erupción excesiva del molar superior.

la de los dientes posteriores insuficiente. El componente esquelético se observa en la rotación de los maxilares, que se refleja en los ángulos de los planos palatino y mandibular. Si el ángulo entre ambos planos es reducido, existirá tendencia a la mordida profunda esquelética (es decir, una relación maxilar que predisponga a la mordida abierta anterior, con independencia de que exista o no). Si el ángulo mandibulopalatino es grande, habrá una tendencia a la mordida abierta esquelética.

Conviene recordar que, si el ángulo del plano mandibular es inusualmente llano o empinado, para corregir una mordida abierta o profunda acompañante puede ser necesario alterar la posición vertical de los dientes posteriores, de forma que la mandíbula pueda rotar y adoptar una inclinación más normal. Hay que recurrir al análisis cefalométrico para valorar a los pacientes con problemas verticales esqueléticos, con el mismo objetivo de describir exactamente las relaciones esqueléticas y dentales. Como se aprecia en la mayoría de los trazados de este capítulo, la mayoría de los análisis de medición identifican mejor los problemas anteroposteriores que los verticales.

Es también muy importante llevar a cabo una evaluación clínica cuidadosa de la relación entre la dentición y los tejidos blandos. Pueden producirse mordidas abiertas o mordidas profundas de los componentes esqueléticos o dentales; el problema suele in-

cluir relaciones dentolabiales inadecuadas. Se requiere un análisis cuidadoso si el abordaje del tratamiento va a ser estético y estable.

ESTABLECIMIENTO DE UN LISTADO DE PROBLEMAS

Si se registran los hallazgos positivos derivados de una descripción sistemática del paciente (es decir, si se utiliza el método anteriormente descrito), el resultado será una lista en la que se recogerán los problemas del paciente. Este método paso a paso está ideado para garantizar que se han efectuado las distinciones fundamentales y no se ha omitido nada.

El listado suele incluir dos tipos de problemas: 1) los relacionados con trastornos o procesos patológicos, y 2) los relacionados con alteraciones del desarrollo que han dado lugar a la maloclusión (fig. 6-74). El grupo de anomalías del desarrollo relacionadas con la maloclusión constituye el listado de problemas ortodóncicos. Un problema del desarrollo solo es eso (p. ej., una deficiencia mandibular), y no los hallazgos que puedan indicar su presencia (p. ej., el mentón débil, la convexidad facial acentuada y el aumento del ángulo ANB constituyen hallazgos, no problemas).

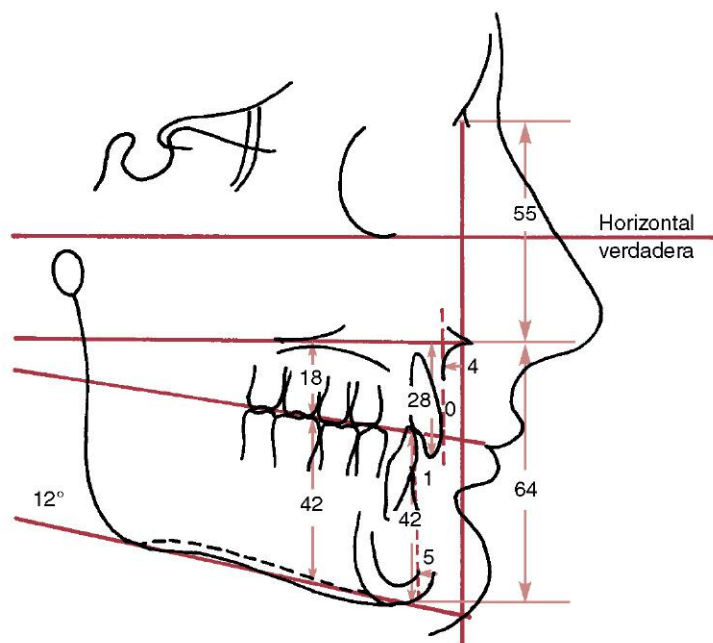


FIGURA 6-73 Análisis cefalométrico correspondiente a un paciente con dimensiones verticales anteriores cortas. Las mediciones indican una erupción excesiva del molar inferior, en comparación con la del molar superior, y demuestran el desplazamiento distal del incisivo inferior con respecto a la mandíbula. Se aprecia que los planos de Sassouni son casi paralelos, confirmando la tendencia a la mordida profunda esquelética.

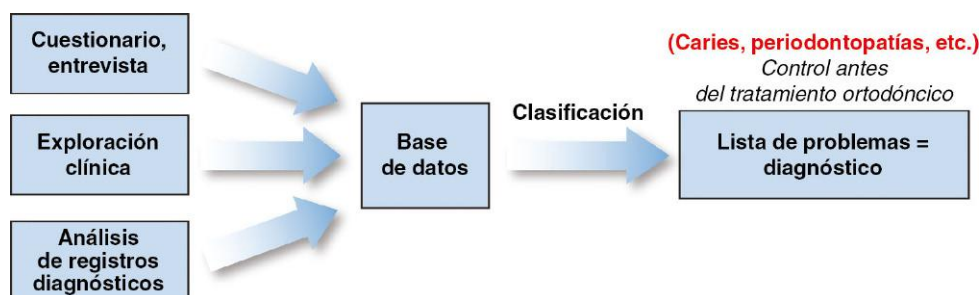


FIGURA 6-74 Como fase final del diagnóstico, hay que separar los problemas relacionados con la patología del paciente de los problemas del desarrollo, de modo que la patología pueda controlarse antes de comenzar el tratamiento ortodóncico.

Para poder aplicar eficazmente este método en la práctica clínica, conviene agrupar los diferentes aspectos de un mismo problema en una sola categoría importante relacionada con la clasificación de Ackerman-Proffit. Esto quiere decir que sería imposible que un paciente presentara más de cinco problemas de desarrollo importantes, aunque podría haber varios subproblemas dentro de una categoría mayor. Por ejemplo, la posición lingual de los incisivos laterales, la posición labial de los caninos y la rotación de los incisivos centrales son todos problemas, pero se deben a una falta de espacio para que los incisivos puedan alinearse correctamente, de manera que deben agruparse en el problema general del apiñamiento de los incisivos. La mordida abierta anterior, la rotación del maxilar hacia abajo posteriormente y la de la mandíbula hacia abajo anteriormente, junto con la incompetencia labial exagerada, son todos aspectos de un mismo problema, la mordida abierta esquelética. Siempre que sea posible, los problemas deben cuantificarse, o al menos clasificarse, como leves, moderados o graves (es decir, un

apiñamiento de los incisivos inferiores de 5 mm o una deficiencia mandibular grave).

Los registros diagnósticos iniciales de una paciente con problemas ortodóncicos moderados-graves, cuya razón principal para el tratamiento fue la mejora del aspecto dental y facial se muestra en las figuras 6-75 a 6-78 y en los cuadros 6-6 a 6-9 se ofrece el ejemplo del desarrollo de un listado de problemas. En los capítulos 18 y 19 se revisan brevemente algunos procesos diagnósticos similares correspondientes a pacientes con problemas más graves.

Una vez completada la lista de problemas, concluye la fase diagnóstica del proceso de diagnóstico y plan de tratamiento, y comienza la planificación del mismo, mucho más subjetiva. Una valoración diagnóstica completa implica identificar y caracterizar todos los problemas que existen durante esta fase, sin omitir ningún aspecto significativo. En el capítulo 7, cuadros 7-1 a 7-7 y figuras 7-41 a 7-44 presentamos las fases de la planificación del tratamiento y los resultados obtenidos por el mismo en la paciente anterior.



FIGURA 6-75 A-F. Paciente F. P. a la edad de 12 años y 3 meses, fotografías faciales previas al tratamiento. Obsérvese la altura anteroinferior de la cara ligeramente corta, la falta de proyección mandibular y el aspecto de los incisivos maxilares al sonreír (muy rectos, con coronas clínicas cortas pero poca exhibición gingival).

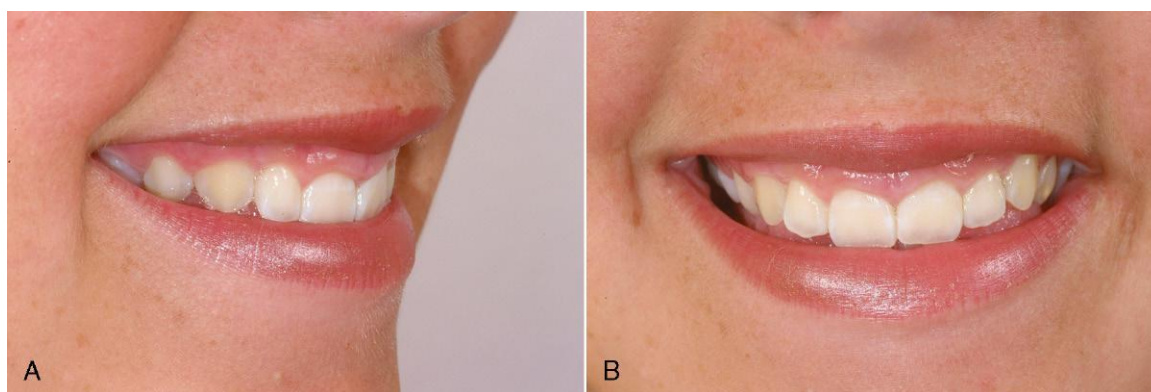


FIGURA 6-76 A y B. Paciente F. P. a la edad de 12 años y 3 meses. Los primeros planos de la sonrisa pueden ser una parte valiosa de los registros diagnósticos cuando el aspecto facial y dental es una consideración importante a la hora de desarrollar un plan de tratamiento. Para esta paciente, ha de anotarse en el listado de problemas la combinación de coronas clínicas cortas y poca exhibición de la encía. Obsérvese que la imagen de la sonrisa oblicua permite una vista excelente de estas características.

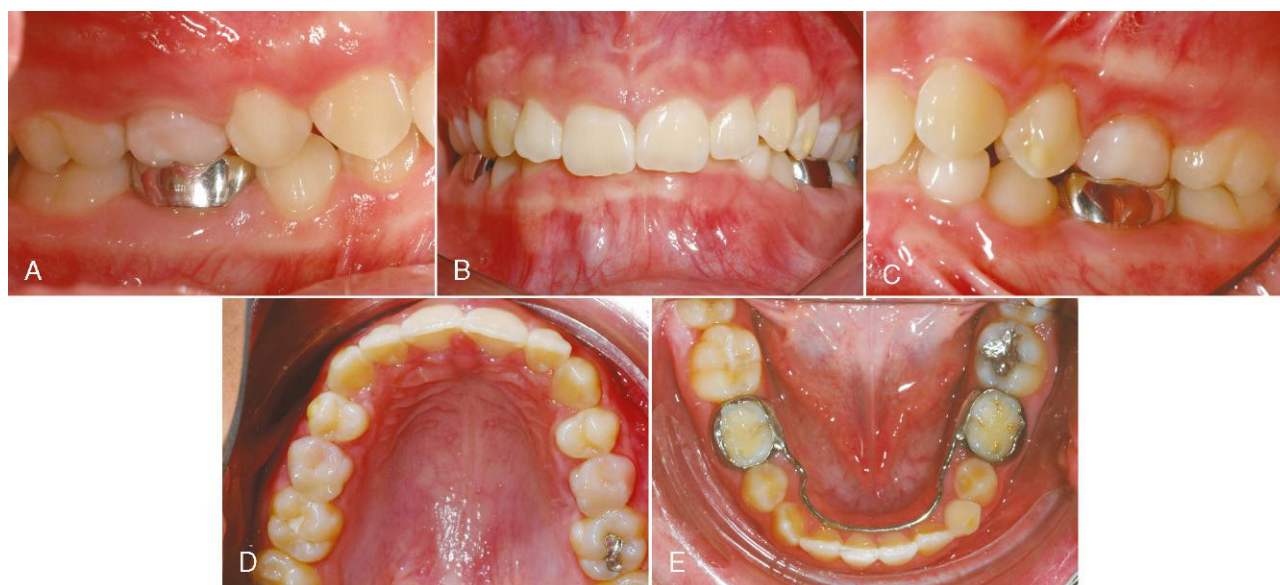


FIGURA 6-77 A-E. Paciente F. P. a la edad de 12 años y 3 meses, fotografías intraorales previas al tratamiento. Existe un apiñamiento moderado de los incisivos maxilares, con desviación de la línea media debido al desplazamiento de los incisivos maxilares. Los incisivos maxilares están inclinados lingualmente, existe un resalte mínimo a pesar de los segmentos bucales de clase II y la sobremordida es excesiva. Un odontopediatra ha colocado un arco lingual para mantener la alineación de los incisivos inferiores.

CUADRO 6-6

PACIENTE F. P.: DATOS DE LA ENTREVISTA

Problema principal

«Mis dientes anteriores están torcidos y tengo una sonrisa muy fea.»

Historia médica, dental y social

- Extirpación de hemangioma de la pierna a los 4 años
- Sin medicaciones crónicas
- Cuidado dental normal, sin restauraciones
- Vive con sus padres, progreso bueno en el colegio, parece bien adaptada sin problemas sociales importantes

Motivación

- Fundamentalmente externa, la madre quiere el tratamiento por un problema que percibe como importante

- La paciente coincide en que necesita el tratamiento, habrá de ser convencida de que este requiere su cooperación

Expectativas

- Mejorar el aspecto, parece realista

Otra información pertinente

- Hermano mayor tratado previamente con éxito; madre con mucho interés en el tratamiento de ortodoncia; padre mucho menos

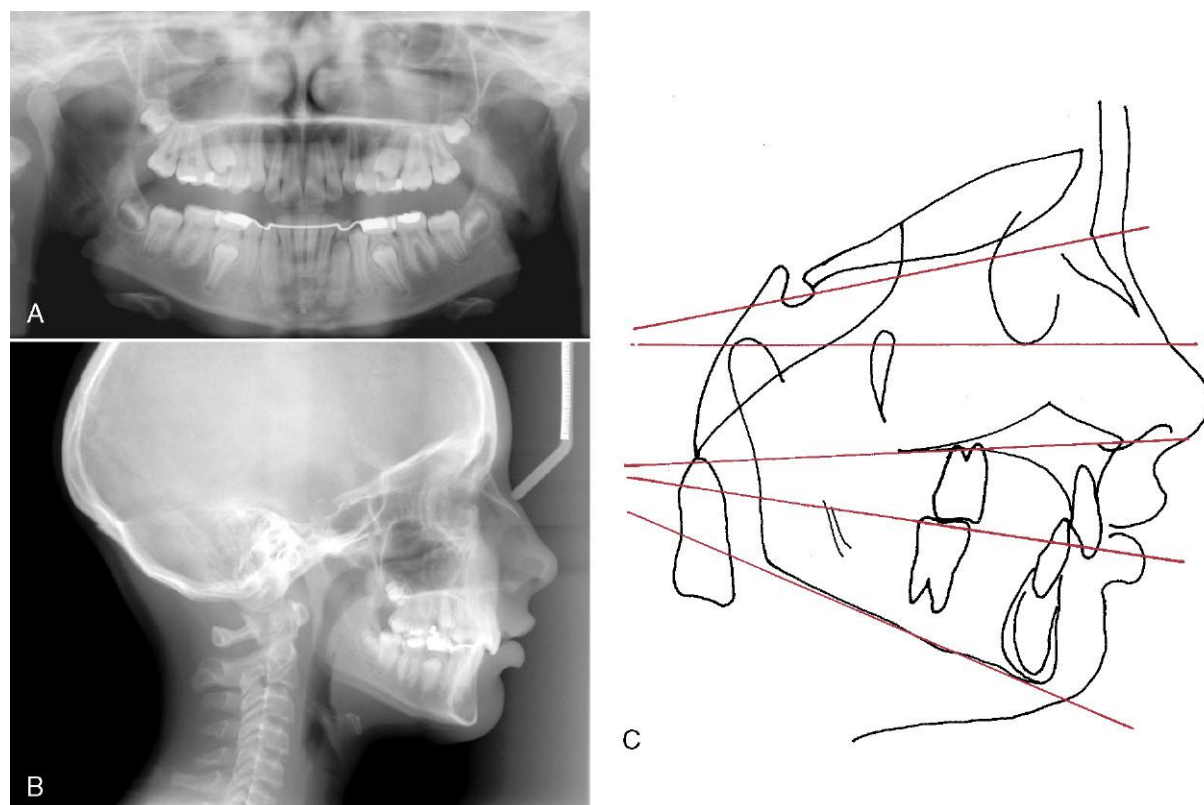


FIGURA 6-78 Paciente F. P. a la edad de 12 años y 3 meses, radiografías panorámica (A) y cefalométrica (B) previas al tratamiento. C. Se recomienda, para ayudar a la visualización de las relaciones esqueléticas y dentales, dibujar estas líneas de referencia horizontales y verticales y evaluar las relaciones con respecto a la línea horizontal verdadera y sus perpendiculares. Obsérvese que el defecto mandibular es el que más contribuye a su maloclusión de clase II y que la sobremordida profunda se debe principalmente a la erupción excesiva de los incisivos inferiores. Los incisivos superiores están inclinados lingualmente, razón por la que el resalte no es excesivo a pesar de la relación esquelética y molar de clase II.

CUADRO 6-7

PACIENTE F. P.: DATOS DE LA EXPLORACIÓN CLÍNICA

Proporciones dentofaciales

- Tercio inferior de la cara ligeramente corto
- Defecto mandibular moderado
- Exhibición inadecuada de los incisivos maxilares
- Incisivos maxilares tan anchos como largos: coronas de los incisivos maxilares cortas
- Asimetría facial y dental moderada: el alabeo moderado a la derecha y la guiñada a la izquierda no son lo suficientemente intensos como para considerarse problemas

Salud de los tejidos duros y blandos

- Zona hipoplásica, primer premolar superior izquierdo
- Gingivitis moderada
- Sobrecrecimiento moderado de la encía, maxilar anterior

Función maxilar

- La apertura máxima es de 45 mm
- Movimientos normales
- Ausencia de ruidos articulares
- Ausencia de dolor a la palpación

CUADRO 6-8

PACIENTE F. P.: ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DIAGNÓSTICOS*

1. Proporciones y estética faciales

- Proyección deficiente del mentón, deficiencia mandibular
- Tercio inferior de la cara ligeramente más corto
- Incisivos maxilares inclinados lingualmente, coronas cortas

2. Alineación/simetría dental

- Apiñamiento de los incisivos maxilares moderado
- Línea media desviada, incisivos maxilares desplazados

3. Relaciones transversales

- Anchuras normales de las arcadas, sin mordida cruzada

4. Relaciones anteroposteriores

- Defecto mandibular moderado
- Segmentos bucales en clase II, resalte mínimo

5. Relaciones verticales

- Mordida profunda, erupción excesiva de los incisivos inferiores
- Cara ligeramente corta

*Se utiliza la clasificación Ackerman-Proffit para generar el listado de problemas inicial.

CUADRO 6-9

PACIENTE F. P.: LISTADO DE PROBLEMAS (DIAGNÓSTICO)***Problemas patológicos**

- Gingivitis leve, sobrecrecimiento gingival leve
- Área hipoplásica en el premolar superior izquierdo

Problemas del desarrollo

- Deficiencia mandibular
- Incisivos maxilares inclinados lingualmente, coronas cortas
- Apinamiento de los incisivos maxilares moderado
- Segmentos bucales de clase II, resalte mínimo
- Mordida profunda, erupción excesiva de los incisivos mandibulares

*En el orden en que aparecen en la secuencia de evaluación.

Bibliografía

- Deicke M, Pancherz H. Is radius-union an indicator for completed facial growth? *Angle Orthod* 75:295-299, 2005.
- Hoekema A, Stegenga B, Wilkstra PJ, et al. Obstructive sleep apnea therapy. *J Dent Res* 87:882-887, 2008.
- Okeson JP. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*. 6th ed. St. Louis: Mosby-Elsevier; 2008.
- Tsao D. A dedicated system for processing faces. *Science* 314:72-73, 2006.
- Farkas LG. *Anthropometry of the Head and Face in Medicine*. 2nd ed. New York: Raven Press; 1994.
- Berneburg M, Dietz K, Niederle C et al. Changes in esthetic standards since 1940. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:450.e1-450.e9; discussion 450-451, 2010.
- Kokich VO Jr, Kiyak HA, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent* 11: 311-324, 1999.
- Ker AJ, Chan R, Fields HW, et al. Esthetic and smile characteristics from the layperson's perspective: a computer-based survey study. *J Am Dent Assoc* 139:1318-1327, 2008.
- Dickens ST, Sarver OM, Proffit WR. Changes in frontal soft tissue dimensions of the lower face by age and gender. *World J Orthod* 3:313-320, 2002.
- Parekh S, Fields HJW, Rosenstiel S, et al. Attractiveness of variations in the smile arc and buccal corridor space as judged by orthodontists and laymen. *Angle Orthod* 76:612-618, 2006.
- Springer NC, Chang C, Fields HW, et al. Smile esthetics from the patients' perspective. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 139:e91-e101, 2011.
- Chang C, Springer NC, Fields HW, et al. Smile esthetics from patients' perspective for faces of varying attractiveness. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 140:e171-e180, 2011.
- Sharma N, Rosenstiel SR, Fields HW, et al. Layperson's esthetics and smile characterization between Caucasian and Indian populations. *J Prosthetic Dent* (in press).
- McLeod C, Fields HW, Hechter F, et al. Esthetics and smile characteristics evaluated by laypersons: a comparison of Canadian and US data. *Angle Orthod* 81:198-205, 2011.
- Hollender AM, Anderson Q, Kartha K, et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 107:844-860, 2009.
- Grauer D, Cevidanes LH, Tyndall D, et al. Registration of orthodontic digital models. In: McNamara JA Jr, Hatch N, Kapila SD, eds.: *Effective and Efficient Orthodontic Tooth Movement*. Monograph 48, Craniofacial Growth Series. Ann Arbor, Mich: University of Michigan, Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry and Center for Human Growth and Development; 2011.
- Kantor ML, Norton LA. Normal radiographic anatomy and common anomalies seen in cephalometric films. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 91:414-426, 1987.
- Riolo ML, et al. *An Atlas of Craniofacial Growth*, Monograph 2, Craniofacial Growth Series. Ann Arbor, Mich: University of Michigan, Center for Human Growth and Development; 1974.
- Popovich F, Thompson GW. Craniofacial templates for orthodontic case analysis. *Am J Orthod* 71:406-420, 1977.
- Broadbent BH Sr, Broadbent BH Jr. *Golden WH Bolton Standards of Dentofacial Developmental Growth*. St. Louis: Mosby; 1975.
- Jacobson A. *Radiographic Cephalometry: From Basics to Videoimaging*. Chicago: Quintessence; 1995.
- Athanasios AE. *Orthodontic Cephalometry*. Chicago: Mosby; 1995.
- Cooke MS. Five-year reproducibility of natural head posture: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 97:487-494, 1990.
- Lundstrom A, Lundstrom F, Lebert LM, et al. Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis. *Eur J Orthod* 17:111-120, 1995.
- Anderson G, Fields HW, Beck FM, et al. Development of cephalometric norms using a unified facial and dental approach. *Angle Orthod* 76: 612-618, 2006.
- Faustini MM, Hale C, Cisneros GJ. Mesh diagram analysis: developing a norm for African Americans. *Angle Orthod* 67:121-128, 1997.
- Haney E, Gansky SA, Lee JS, et al. Comparative analysis of traditional radiographs and cone-beam computed tomography volumetric images in the diagnosis and treatment planning of maxillary impacted canines. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:590-597, 2010.
- Molen AD. Comparing cone-beam computed tomography systems from an orthodontic perspective. *Sem Orthod* 17:34-38, 2011.
- Cevidanes LH, Alhadidi A, Paniagua B, et al. 3D quantification of mandibular asymmetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 111:757-770, 2011.
- Proffit WR, White RP Jr, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*. St Louis: Mosby; 2003.
- Hennekam RCM, Krantz ID, Allanson JE. *Gorlin's Syndromes of the Head and Neck*. 5th ed. New York: Oxford University Press; 2010.
- Grauer D, Cevidanes LS, Styner MA, et al. Accuracy and landmark error calculation using CBCT-generated cephalograms. *Angle Orthod* 80: 286-294, 2010.
- Grauer D, Cevidanes LH, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136:460-470, 2009.
- Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-D cone-beam CT models. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 129:611-618, 2006.
- Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker SF, et al. Three-dimensional cone-beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthod* 131:44-50, 2007.
- Ackerman J, Proffit WR, Sarver DM, et al. Pitch, roll and yaw: describing the spatial orientation of dentofacial traits. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 131:305-310, 2007.
- Severt TR, Proffit WR. The prevalence of facial asymmetry in the dentofacial deformities population at the University of North Carolina. *Int J Adult Orthod Orthogn Surg* 12:171-176, 1997.

PLAN DE TRATAMIENTO ORTODÓNCICO: DE LA LISTA DE PROBLEMAS A LA PROPUESTA DE UN PLAN ESPECÍFICO

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

CONCEPTOS Y OBJETIVOS DEL PLAN DE TRATAMIENTO

ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL PLAN DE TRATAMIENTO

- Aportación del paciente
- Previsibilidad y complejidad del tratamiento

POSIBILIDADES DE TRATAMIENTO

- Apiñamiento dental: ¿expandir o extraer?
- Problemas esqueléticos: modificación del crecimiento o camuflaje
- Cómo limitar la incertidumbre en el plan de tratamiento

PLAN DE TRATAMIENTO PARA CONSEGUIR EL MEJOR RESULTADO ESTÉTICO

- Consideraciones macroestéticas: corrección de las desproporciones faciales
- Consideraciones miniestéticas: cómo mejorar la estructura de la sonrisa
- Consideraciones microestéticas: cómo mejorar el aspecto de los dientes

PLAN DE TRATAMIENTO ORTODÓNCICO GLOBAL

- Fases del plan de tratamiento global
- Problemas patológicos o del desarrollo
- Prioridades en la lista de problemas ortodóncicos
- Factores que influyen en la evaluación de las posibilidades de tratamiento
- Consulta con el paciente/los padres: obtención del consentimiento informado
- El plan detallado: especificación de los métodos de tratamiento

PLAN DE TRATAMIENTO EN CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES

- Problemas de patología dental
- Problemas por enfermedades sistémicas
- Anomalías y lesiones de los maxilares
- Labio leporino y paladar hendido

CONCEPTOS Y OBJETIVOS DEL PLAN DE TRATAMIENTO

El diagnóstico ortodóncico culmina una vez que se ha desarrollado una lista completa de los problemas del paciente y se ha diferenciado entre los problemas patológicos y del desarrollo. En ese momento, el objetivo del plan de tratamiento consiste en idear la estrategia que utilizaría un especialista sabio y prudente, basándose en su buen criterio, para abordar los problemas de manera que el paciente obtenga el mayor beneficio y se reduzcan los costes y los riesgos.

Es importante considerar los objetivos del tratamiento de este modo. En caso contrario, es probable que se conceda una importancia excesiva a determinados aspectos del caso, independientemente de que el tratamiento propuesto sea de tipo médico, odontológico o simplemente ortodóncico. Consideremos, por ejemplo, el caso de una paciente que busca tratamiento ortodóncico simplemente porque le preocupa un apiñamiento leve de sus incisivos inferiores. En este caso, puede que sea mejor controlar la enfermedad periodontal que alinear los dientes, para lo que habría que recurrir a la retención permanente, y es necesario insistir en este aspecto al comentar el plan de tratamiento con la paciente, aunque inicialmente esta solo optara por el tratamiento ortodóncico. Junto con el paciente, hay que desarrollar el plan

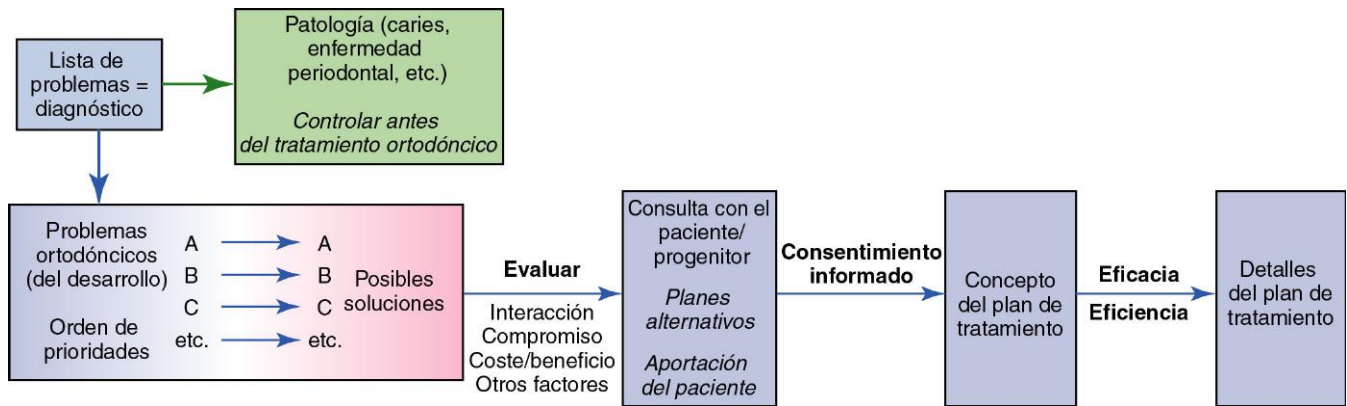


FIGURA 7-1 Secuencia del plan de tratamiento. El objetivo del plan de tratamiento es la sensatez, no la verdad científica; esto obliga a utilizar el buen juicio. La clave a la hora de conseguir el consentimiento informado es la interacción con el paciente y sus padres, de manera que intervengan en las decisiones que conducen al plan definitivo.

de tratamiento que, en conjunto, resulte más beneficioso en cada caso.

Normalmente, cuando un grupo de odontólogos y especialistas dentales se reúnen para planificar el tratamiento de un paciente con problemas complejos, el ortodoncista tiene que enfrentarse a preguntas como «¿puede retraer los incisivos para corregir el resalte?» o «¿puede desarrollar la guía incisal en este paciente?». Para las preguntas que se plantean comenzando con «¿puede...?» la respuesta suele ser afirmativa, siempre que exista un compromiso sin reservas para tratar el caso. La pregunta correcta no debe iniciarse con «¿puede...?» sino más bien con «¿debe...?» o con «¿sería lo mejor para el paciente...?». Cuando uno se replantea la pregunta de este modo, es posible introducir adecuadamente los análisis de coste-beneficio y riesgo-beneficio (fig. 7-1).

Como en cualquier otra especialidad, el plan de tratamiento ortodóncico puede resultar inadecuado si no se aprovechan bien todas las posibilidades o si resulta demasiado ambicioso. Tendemos siempre a adelantar unos resultados y a elegir un plan superficialmente obvio sin tener en cuenta todos los factores pertinentes. El método de planificación del tratamiento que proponemos aquí va dirigido específicamente tanto a evitar oportunidades terapéuticas perdidas (con resultados negativos falsos o de tratamiento insuficiente) o de tratamiento excesivo (con falsos positivos o casos de sobretreatment), como a implicar adecuadamente al paciente en dicha planificación.

En este momento, antes de pasar a explicar los pasos que van desde la lista de problemas hasta el plan de tratamiento definitivo que se esboza en la figura 7-1, vamos a analizar algunos conceptos importantes en los que se basa de forma genérica el plan de tratamiento ortodóncico.

ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL PLAN DE TRATAMIENTO

Aportación del paciente

El plan de tratamiento moderno debe constituir un proceso interactivo. El médico ya no puede decidir, de modo paternalista, qué es lo mejor para el paciente. Tanto por razones éticas como por razones prácticas, los pacientes y los padres deben intervenir en este proceso de decisión. Desde el punto de vista ético, los pacientes tienen

derecho a controlar lo que les vaya a suceder durante el tratamiento: este se hace para ellos, no es algo que se les hace a ellos. Desde un punto de vista práctico, es probable que la colaboración del paciente represente un elemento fundamental para el éxito o el fracaso del tratamiento y no suele haber razones para elegir un tratamiento que el paciente vaya a soportar con dificultad. En su versión moderna, el consentimiento informado requiere la implicación del paciente en el proceso de planificación de su tratamiento. En las recomendaciones a la hora de presentar el tratamiento al paciente que decidimos a continuación hacemos especial hincapié en este procedimiento.

Previsibilidad y complejidad del tratamiento

Si, como suele ser el caso, existen tratamientos alternativos, ¿cuál de ellos debemos elegir? Cada vez disponemos de más datos que nos permiten elegir basándonos más en resultados comprobados que en informes esporádicos y en las opiniones de los partidarios de determinados métodos. En el capítulo 1 hacemos hincapié en la calidad de las pruebas disponibles a la hora de tomar las decisiones clínicas y en la forma de evaluar los datos de los resultados terapéuticos que se van publicando.

La complejidad del tratamiento propuesto influye en su planificación, especialmente en lo que se refiere a la persona que deba encargarse del mismo. En este capítulo nos centraremos en el plan de tratamiento ortodóncico global. En el ámbito de la ortodoncia, como en cualquier otra especialidad odontológica, parece lógico que los casos más sencillos sean tratados por un odontólogo general o de familia, y que los casos más complejos sean derivados a un especialista. En el capítulo 11 presentamos un esquema formal para diferenciar mejor entre los niños candidatos al tratamiento ortodóncico en una consulta de odontología general y aquellos que requieren un tratamiento más complejo, y en el capítulo 18 presentamos un esquema similar para los pacientes adultos.

POSIBILIDADES DE TRATAMIENTO

Dentro del plan de tratamiento global, es importante considerar dos aspectos controvertidos de la planificación actual del tratamiento ortodóncico: hasta qué punto están indicadas la expansión de la arcada o las extracciones como solución para el apiñamiento

dental y en qué medida se pueden considerar la modificación del crecimiento, las extracciones de camuflaje o la cirugía ortognática como soluciones para los problemas esqueléticos.

Apiñamiento dental: ¿expandir o extraer?

Desde que existe esta especialidad, los ortodoncistas han debatido acerca de los límites de la expansión de las arcadas dentales y se han preguntado si las ventajas de extraer algunos dientes para conseguir espacio para otros compensan los inconvenientes que esta opción conlleva. Si se opta por la extracción, la pérdida de uno o varios dientes representa un inconveniente, la mayor estabilidad que se suele conseguir constituye una ventaja, y pueden producirse efectos positivos o negativos sobre la estética facial. Pero, de hecho, para cualquier paciente esta decisión obedece a la aplicación de un juicio de valor. Es conveniente y necesario analizar los pros y los contras con el paciente y sus padres antes de decidir entre la expansión o la extracción.

Desde un punto de vista racional y contemporáneo, el tratamiento de la mayoría de los pacientes ortodóncicos no debe incluir la extracción de ningún diente, pero en algunos casos es necesario recurrir a las extracciones para compensar el apiñamiento, una protrusión excesiva de los incisivos que comprometa la estética facial o una discrepancia intermaxilar. El número de estos casos varía, dependiendo de la población a tratar. En este mismo capítulo consideraremos la extracción como medida de camuflaje, dentro del contexto del tratamiento para los problemas esqueléticos. En la sección siguiente analizamos los límites de la expansión y, por consiguiente, las indicaciones para la extracción en aquellos pacientes con unas relaciones intermaxilares normales y apiñamiento/protrusión de clase I. Los aspectos fundamentales que conviene tener en cuenta son la estética facial y dental, la estabilidad después del tratamiento y la oclusión dental.

Consideraciones estéticas

Si la estabilidad y el aspecto estético son los factores que más influyen a la hora de decidirse por las extracciones, merece la pena revisar los datos disponibles que relacionan estos factores con la expansión y la extracción. Consideremos el aspecto estético en primer lugar. En la figura 7-2 se ha representado la relación conceptual existente entre la expansión/extracción y el resultado estético. En igualdad de condiciones, la expansión de las arcadas dentales tiende a acentuar la prominencia de los dientes del paciente, mientras que las extracciones tienden a reducir dicha prominencia. La estética facial puede resultar inaceptable tanto en caso de una protrusión excesiva como de una retrusión exagerada.

¿A partir de qué punto los incisivos han avanzado demasiado y comprometido el aspecto facial? La respuesta se halla en la relación con los tejidos blandos, no con los duros: cuando la prominencia de los incisivos separa excesivamente los labios en reposo, de manera que el paciente tiene que esforzarse para juntarlos, los dientes son demasiado prominentes y la retracción de los incisivos puede mejorar el aspecto facial (fig. 7-3). Ello tiene muy poco que ver con la prominencia de los dientes en relación con el esqueleto de soporte visto de perfil. La prominencia de los incisivos no plantea problemas en una persona que tenga labios gruesos y carnosos, pero puede resultar inaceptable en otra con los labios finos y tirantes. Sencillamente, resulta imposible

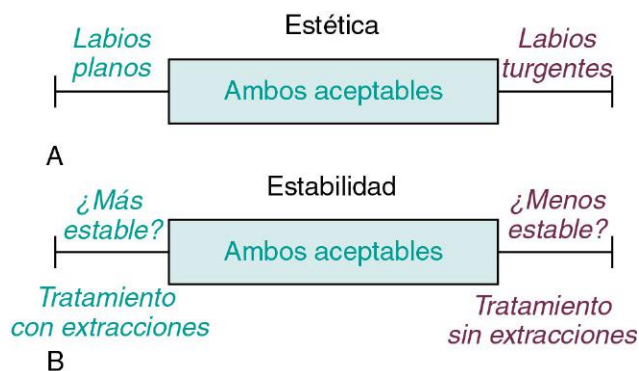


FIGURA 7-2 La expansión de las arcadas dentales tiende a acentuar la prominencia de los dientes y las extracciones tienden a reducir dicha prominencia. La elección entre un tratamiento con extracciones o sin extracciones (expansión) representa una decisión estética crucial para algunos pacientes con tendencia inicial a una protrusión o retrusión extrema de los incisivos, pero debido a que existe un margen de protrusión aceptable, muchos de estos pacientes (si no la mayoría) pueden conseguir un resultado estético satisfactorio con cualquiera de esos tratamientos, especialmente cuando se puede recurrir a la expansión sin producir demasiada protrusión de los incisivos o si se controla el cierre de los espacios tras las extracciones para no producir demasiada retracción de los incisivos. Asimismo, la expansión tiende a estabilizar las arcadas y las extracciones tienden a favorecer la estabilidad, pero la decisión entre el tratamiento con o sin extracciones constituye probablemente un factor crucial en la estabilidad, sobre todo en aquellos pacientes con protrusión o retrusión extremas. No disponemos de datos que muestren los porcentajes de pacientes que pueden responder satisfactoriamente a las extracciones o la expansión de las arcadas frente al número de aquellos en los que la decisión entre el tratamiento con o sin extracciones resulta crucial a la hora de obtener un resultado satisfactorio.

determinar los límites estéticos de la expansión basándose en las relaciones entre el hueso y los dientes en una radiografía cefalométrica.

¿A partir de qué punto la retracción de los incisivos empieza a influir negativamente en la estética facial? Ello depende fundamentalmente, entre otras cosas, de los tejidos blandos. El tamaño de la nariz y el mentón influye de forma significativa en la prominencia relativa de los labios. Si, en el caso de un paciente con una nariz y/o un mentón de gran tamaño, las opciones posibles consisten en no extraer ningún diente y adelantar los incisivos o en extraer algún diente y retraer hasta cierto punto los incisivos, es mejor adelantar los incisivos, siempre que esta solución no separe excesivamente los labios. Los incisivos superiores quedan en una posición excesivamente lingual si el labio superior se inclina hacia atrás; deben avanzar ligeramente a partir de su base en el punto A de los tejidos blandos (fig. 7-4, A). Para obtener un resultado estético mejor, el labio inferior debe protruir cuando menos tanto como el mentón (v. fig. 7-4, B). Las variaciones en la morfología mentoniana pueden impedir la consecución de una relación incisivos-mentón correcta mediante el uso exclusivo de la ortodoncia, en cuyo caso puede que haya que considerar la posibilidad de la cirugía mentoniana (v. las secciones sobre camuflaje de clase II en este capítulo y sobre potenciación de los cambios estéticos durante el tratamiento en el capítulo 19).



FIGURA 7-3 En los pacientes con protrusión excesiva de los incisivos, la retracción de estos dientes permite mejorar la estética facial. Esta mujer buscaba tratamiento debido a que no le gustaba el aspecto de sus dientes. El aspecto dental y facial mejoró considerablemente tras el tratamiento ortodóncico con extracción de los premolares y retracción de los incisivos. **A** y **B**. Aspecto de la sonrisa antes y después del tratamiento. **C** y **D**. Perfil antes y después del tratamiento.



FIGURA 7-4 **A**. Un labio superior retraído en relación con la línea vertical verdadera (p. ej., como consecuencia de la retracción de los incisivos superiores para corregir un resalte excesivo) tiende a comprometer la estética facial, lo mismo que un surco labiomentoniano poco definido cuando hay que apretar los labios para juntarlos. **B**. Otra causa de falta de definición del surco labiomentoniano es la retroclinación de los incisivos inferiores, como en el caso de esta paciente con mentón prominente y compensación dental de una relación intermaxilar de clase III esquelética.

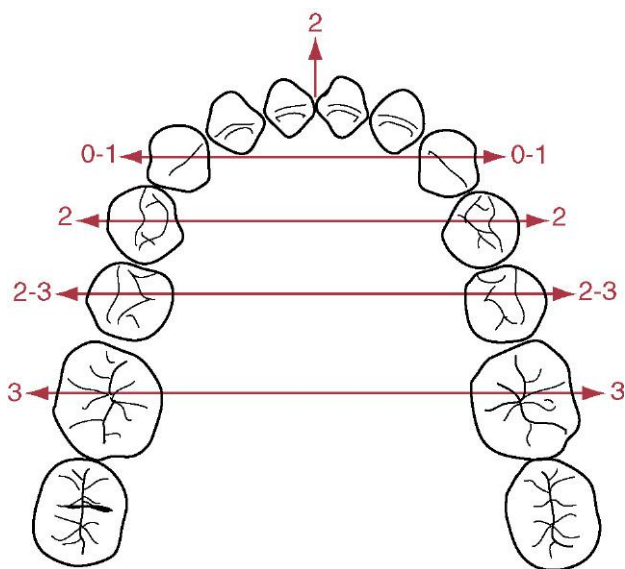


FIGURA 7-5 Debido al mayor constreñimiento de la arcada inferior, los límites de la expansión para conseguir mayor estabilidad parecen ser más estrechos que en la arcada superior. Los datos disponibles parecen indicar que un avance de los incisivos inferiores de más de 2 mm puede comprometer la estabilidad, debido probablemente a que la presión labial parece aumentar considerablemente a partir de ese punto, aproximadamente. Son muchos los datos que demuestran que la expansión a través de los caninos es inestable, incluso si se retraen los caninos al expandirlos. Por el contrario, la expansión a través de los premolares y los molares puede resultar muy estable, siempre que no nos pasemos.

Consideraciones acerca de la estabilidad

Para conseguir unos resultados estables, ¿cuánto podemos expandir las arcadas dentales? La arcada inferior está más constreñida que la superior, de manera que puede plantear mayores limitaciones para una expansión estable que la arcada superior. En la figura 7-5 se representan las pautas vigentes en relación con los límites para la expansión de la arcada inferior, que se basan sin duda en datos muy limitados. Evidentemente, el límite de 2 mm para el desplazamiento anterior de los incisivos inferiores está sujeto a diferencias importantes entre unas personas y otras, pero tiene sentido si tenemos en cuenta que la presión labial aumenta considerablemente a una distancia de 2 mm del espacio que suele ocupar el labio (v. capítulo 5). Si la presión labial es el factor que limita el desplazamiento anterior, como suele suceder, habría que tener en cuenta la posición inicial de los incisivos respecto del labio a la hora de determinar la cantidad de movimiento que se puede tolerar. Ello parece indicar, y las observaciones clínicas así parecen confirmarlo (basándose también en datos muy limitados), que los incisivos inclinados lingualmente que se alejan del labio pueden desplazarse anteriormente más que los incisivos verticales. Los incisivos inclinados labialmente y apiñados representan probablemente el equivalente del punto final titulado de una reacción química, ya que han alcanzado toda la protrusión que la musculatura permite. Si intentamos adelantarlos aún más, el riesgo de inestabilidad es muy grande (v. fig. 7-2).

Las partes blandas limitan igualmente las posibilidades de desplazamiento vestibular de los incisivos, especialmente de los

inferiores. Al adelantar los incisivos aumenta el riesgo de fenestración del hueso alveolar y de separación de la encía. La cantidad de encía adherida constituye una variable crucial. Es muy importante vigilar estrechamente a aquellos pacientes que tienen muy poca encía adherida para poder tratarlos inmediatamente si surge algún problema (fig. 7-6). En muchos casos conviene consultar con un periodoncista antes de iniciar el tratamiento y, dependiendo de la magnitud y la dirección del movimiento dental previsto, puede que lo mejor para estos pacientes sea colocar un injerto gingival antes de comenzar el tratamiento ortodóncico.

La figura 7-5 parece indicar que hay mayores oportunidades para la expansión transversal que para la anteroposterior, aunque solo por detrás de los caninos. Numerosos estudios demuestran que la expansión transversal intercanina no suele mantenerse casi nunca, especialmente en la arcada inferior. De hecho, las dimensiones intercaninas suelen disminuir al madurar los pacientes, con independencia de que reciban tratamiento ortodóncico o no, debido probablemente a la presión que ejercen los labios en las comisuras de la boca. La expansión de los premolares y los molares suele ser mucho más persistente, debido tal vez a que las mejillas ejercen una presión relativamente limitada.

Una posible opción para la expansión de las arcadas consiste en expandir la arcada superior abriendo la sutura palatina media. Este representa el tratamiento apropiado cuando el maxilar superior tiene una base estrecha (v. más adelante el comentario sobre la deficiencia maxilar transversal). Algunos clínicos postulan (sin basarse en pruebas concluyentes) que una expansión generosa de la arcada superior mediante la apertura de la sutura, para conseguir una mordida cruzada bucal provisional, permite una mayor expansión de la arcada inferior que la que se podría conseguir con otros medios. Si la presión de las mejillas fuera el factor limitante, parece poco probable que el método utilizado para la expansión estableciera alguna diferencia. Una expansión excesiva conlleva un cierto riesgo de fenestración de las raíces premolares y molares a través del hueso alveolar. El riesgo de fenestración aumenta cuando se superan los 3 mm de movimiento dental transversal.¹

Pautas contemporáneas para la extracción

Podemos resumir del siguiente modo las pautas contemporáneas para la extracción ortodóncica en los casos de apiñamiento de clase I:

- **Menos de 4 mm de discrepancia en la longitud de las arcadas:** la extracción no suele estar indicada (solo cuando existe una protrusión incisiva muy marcada o, en algunos casos, una discrepancia vertical muy acusada). En algunos casos es posible resolver este grado de apiñamiento sin expandir las arcadas, reduciendo ligeramente la anchura de determinados dientes y teniendo cuidado de coordinar el grado de reducción en ambas arcadas.
- **Discrepancia de 5-9 mm en la longitud de las arcadas:** se puede optar entre la extracción y la no extracción. La decisión dependerá de las características de los tejidos duros y blandos del paciente y del método que se vaya a utilizar para controlar la posición final de los incisivos; se puede optar por extraer diferentes dientes. El tratamiento sin expansión suele consistir en una expansión transversal a través de los molares y los premolares, y obliga a prolongar el tratamiento si hay que desplazar totalmente los dientes posteriores, para incrementar la longitud de la arcada.

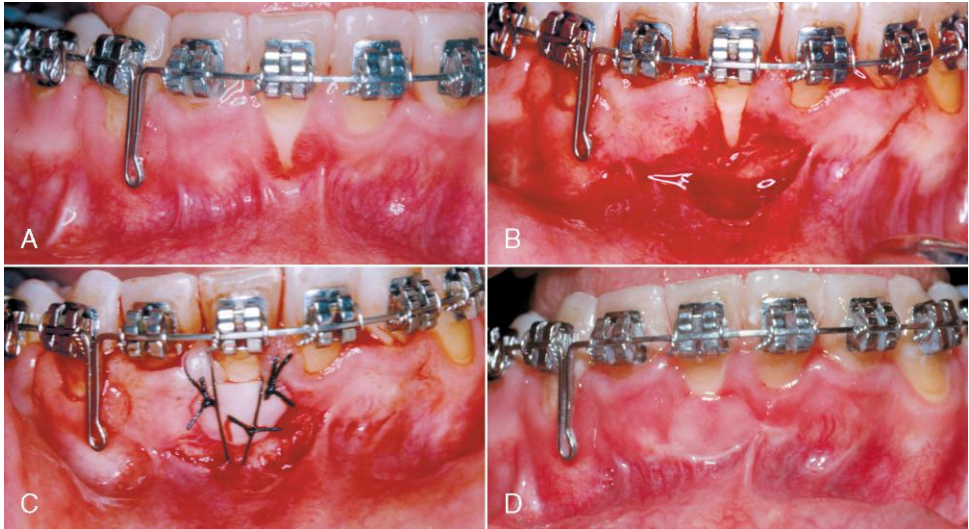


FIGURA 7-6 A. Primeros signos de recesión gingival en un paciente al que se le alinearon los incisivos superiores apiñados, con algún avance a pesar de haber extraído los premolares para conseguir espacio. B. Preparación del lecho para un injerto gingival libre. C. El injerto (tejido procedente del paladar) suturado en su posición correcta. D. Dos semanas después. (Por cortesía del Dr. J. Moriarty.)

TABLA 7-1

Espacio conseguido con diferentes extracciones*

Extracción	ALIVIO DEL APIÑAMIENTO EN LA ZONA DE LOS INCISIVOS	RETRACCIÓN DE INCISIVOS [†]		POSTERIOR ANTERIOR [†]	
	Apiñamiento	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Incisivo central	5	3	2	1	0
Incisivo lateral	5	3	2	1	0
Canino	6	5	3	2	0
Primer premolar	5	5	2	5	2
Segundo premolar	3	3	0	6	4
Primer molar	3	2	0	8	6
Segundo molar	2	1	0	—	—

Valores en milímetros.

*Con un tratamiento de anclaje característico (sin anclaje esquelético).

[†]Plano espacial anteroposterior sin apiñamiento.

- **Discrepancia de 10 mm o más en la longitud de las arcadas:** casi siempre hay que recurrir a la extracción. En estos pacientes, el grado de apiñamiento equivale prácticamente a la cantidad de masa dental que hay que eliminar, y esto apenas produce ningún efecto sobre el soporte labial y el aspecto facial. Los principales candidatos para la extracción son los cuatro primeros premolares, o quizá los primeros premolares superiores y los incisivos laterales inferiores. La extracción de los segundos premolares o los molares no suele proporcionar resultados satisfactorios, ya que no proporciona espacio suficiente cerca de los dientes anteriores apiñados ni permite corregir las discrepancias de la línea media (tabla 7-1).

Evidentemente, la combinación de protrusión y apiñamiento complica la decisión acerca de las extracciones. Para poder retraer los incisivos y reducir la prominencia labial se necesita espacio en la arcada dental. Lo que se consigue es aumentar el grado de discrepancia en la arcada dental. Tras este ajuste se pueden aplicar las pautas expuestas anteriormente. Como norma general, los labios se desplazarán dos tercios de la distancia que retrocedan los incisivos (es decir, con 3 mm de retracción incisiva se reducirá 2 mm la protrusión labial), pero los resultados varían mucho de unas personas a otras, especialmente en lo que se refiere a los cambios que se producen cuando se alcanza la competencia labial. Un resultado habitual suele ser una retracción labial de 2-3 mm.

Resulta interesante, pero no sorprendente, que en estudios retrospectivos sobre los cambios en las dimensiones de las arcadas dentales y el aspecto facial tras el tratamiento con extracciones y sin extracciones se hayan observado cambios muy variables en ambos grupos. No está debidamente documentada la hipótesis de que las extracciones inducen retracción incisiva y producen arcadas más estrechas, y que el tratamiento sin extracción favorece la protrusión incisiva y produce unas arcadas más anchas.^{2,3} Por supuesto, la magnitud del cambio en ambos grupos dependerá del grado de apiñamiento y protrusión que existía inicialmente, así como de la decisión del clínico acerca de la expansión de las arcadas o el cierre de los espacios de extracción. Probablemente podríamos proponer una serie de pautas definitivas:

- Cuanto más podamos expandir las arcadas sin adelantar los incisivos, mayor será el número de pacientes a los que podamos tratar satisfactoriamente (desde el punto de vista del resultado estético y la estabilidad) sin recurrir a las extracciones.
- Cuanto más podamos cerrar los espacios de extracción sin retraer excesivamente los incisivos, mayor será el número de pacientes a los que podamos tratar satisfactoriamente (también desde el punto de vista del resultado estético y la estabilidad) sin recurrir a las extracciones.
- Por lo que se refiere a la salud oral, una expansión excesiva incrementa el riesgo de problemas mucogingivales.
- Por lo que se refiere a la función masticatoria, no hay ninguna diferencia entre la expansión y la extracción.

A continuación, exponemos las pautas para la extracción como tratamiento para camuflar las discrepancias intermaxilares, como parte del análisis del tratamiento de los problemas esqueléticos.

Problemas esqueléticos: modificación del crecimiento o camuflaje

Si fuera posible, la mejor manera de corregir una discrepancia intermaxilar consistiría en permitir que esta desapareciera como consecuencia del crecimiento del propio paciente. Esto es muy poco probable sin ayuda de un tratamiento, dado que el patrón de cre-

cimiento facial queda determinado durante las fases iniciales de la vida y no suele variar de manera significativa (v. capítulo 2). Las cuestiones fundamentales que debemos plantearnos al planificar el tratamiento son en qué medida podemos modificar el crecimiento, y si conviene iniciar dicho tratamiento antes de la adolescencia. Ahora que disponemos de datos de estudios clínicos aleatorizados sobre los resultados del tratamiento de clase II no tiene tanto sentido la controversia sobre la mejor manera de tratar a estos pacientes (que analizamos detalladamente a continuación), pero los problemas esqueléticos en otros planos del espacio siguen siendo motivo de controversia. En el capítulo 12 presentamos información adicional sobre los métodos de tratamiento precoz de los problemas esqueléticos.

Deficiencia maxilar transversal

Resulta oportuno analizar la deficiencia maxilar al comienzo de este comentario sobre los problemas esqueléticos debido a su relación con la decisión de extraer o no extraer que acabamos de exponer. En un niño con apiñamiento dental, un diagnóstico de anchura maxilar insuficiente puede constituir una razón conveniente para proceder a una expansión transversal adecuada para alinear los dientes. Si el maxilar superior es estrecho en comparación con el resto de la cara, está justificado un diagnóstico de deficiencia maxilar transversal, y probablemente convenga optar por la expansión esquelética. Como métodos para diagnosticar la deficiencia maxilar se ha propuesto comparar la anchura de los premolares superiores (mediante el índice de Pont, un método obsoleto y actualmente cuestionado)⁴ y la anchura del paladar con los valores de la población normal. Como indicamos en el capítulo 6, lo correcto sería comparar la anchura maxilar con otras proporciones transversales del mismo paciente (p. ej., la anchura bicigomática), no con los valores medios del resto de la población.

Al igual que todas las demás suturas craneofaciales, la sutura palatina media se va volviendo más tortuosa e imbricada por la edad (v. fig. 8-30). Casi todos los dispositivos de expansión (p. ej., un arco lingual) tienden a abrir la sutura palatina media y también a desplazar los molares en los niños de hasta 9-10 años. Durante la adolescencia, es necesario ejercer una fuerza más o menos elevada mediante un dispositivo de tornillo de expansión (fig. 7-7) para abrir la sutura parcialmente imbricada, y es necesario microfracturarla. El

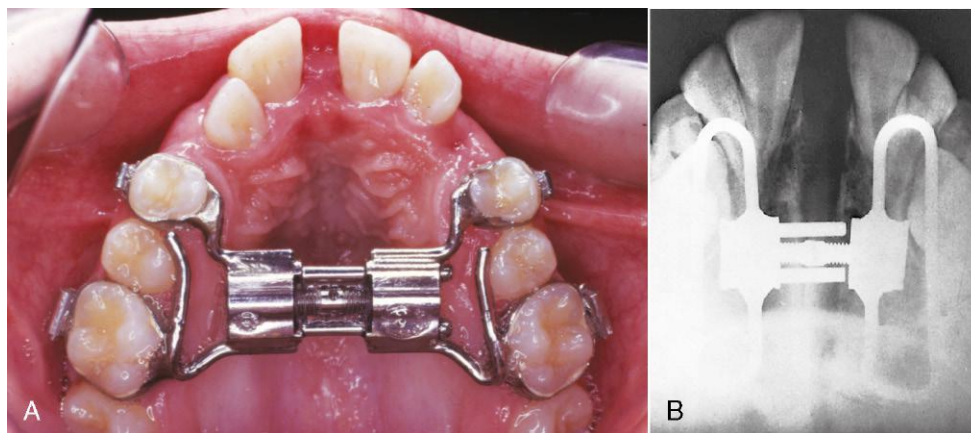


FIGURA 7-7 Una fuerza transversal aplicada a través del maxilar superior puede abrir la sutura palatina media en niños y adolescentes. **A.** Para conseguir la fuerza de expansión suele utilizarse un tornillo de expansión fijado a los dientes superiores, como este expansor Hyrax con armazón metálico y tornillo de expansión, al término de un tratamiento de expansión rápida (0,5 mm/día). El maxilar superior se abre como si basculara sobre una bisagra, con el vértice en el puente de la nariz. **B.** La sutura se abre también sobre una bisagra en sentido anteroposterior, separándolos más por la parte anterior que por la posterior, como se puede apreciar en esta radiografía de un paciente tras un tratamiento de expansión rápida.

maxilar superior se abre como si basculara sobre una bisagra situada superiormente en la base de la nariz, y también se abre más por la parte anterior que por la posterior.

Conviene tener presente que en niños de edad preescolar no se deben utilizar fuerzas elevadas ni intentar una expansión muy rápida, debido a que a esa edad se pueden producir cambios indeseables en la nariz (fig. 7-8). Tras la adolescencia y con el paso de los años, aumentan las probabilidades de que se formen trabéculas óseas que bloqueen la sutura y nos impidan abrirla a la fuerza; a partir de ese momento, la cirugía para reducir la

resistencia a la expansión representa la única forma de ensanchar el paladar (v. capítulo 18).

En los adolescentes se pueden utilizar tres métodos para expandir la sutura: 1) expansión rápida con un tornillo de expansión fijado a los dientes posteriores superiores; este es el método original (década de los sesenta), generalmente a un ritmo de 0,5-1 mm/día; 2) expansión lenta con el mismo dispositivo, a un ritmo aproximado de 1 mm por semana; este es el método recomendado más recientemente, o 3) expansión con un dispositivo fijado a tornillos óseos o implantes, de manera que la

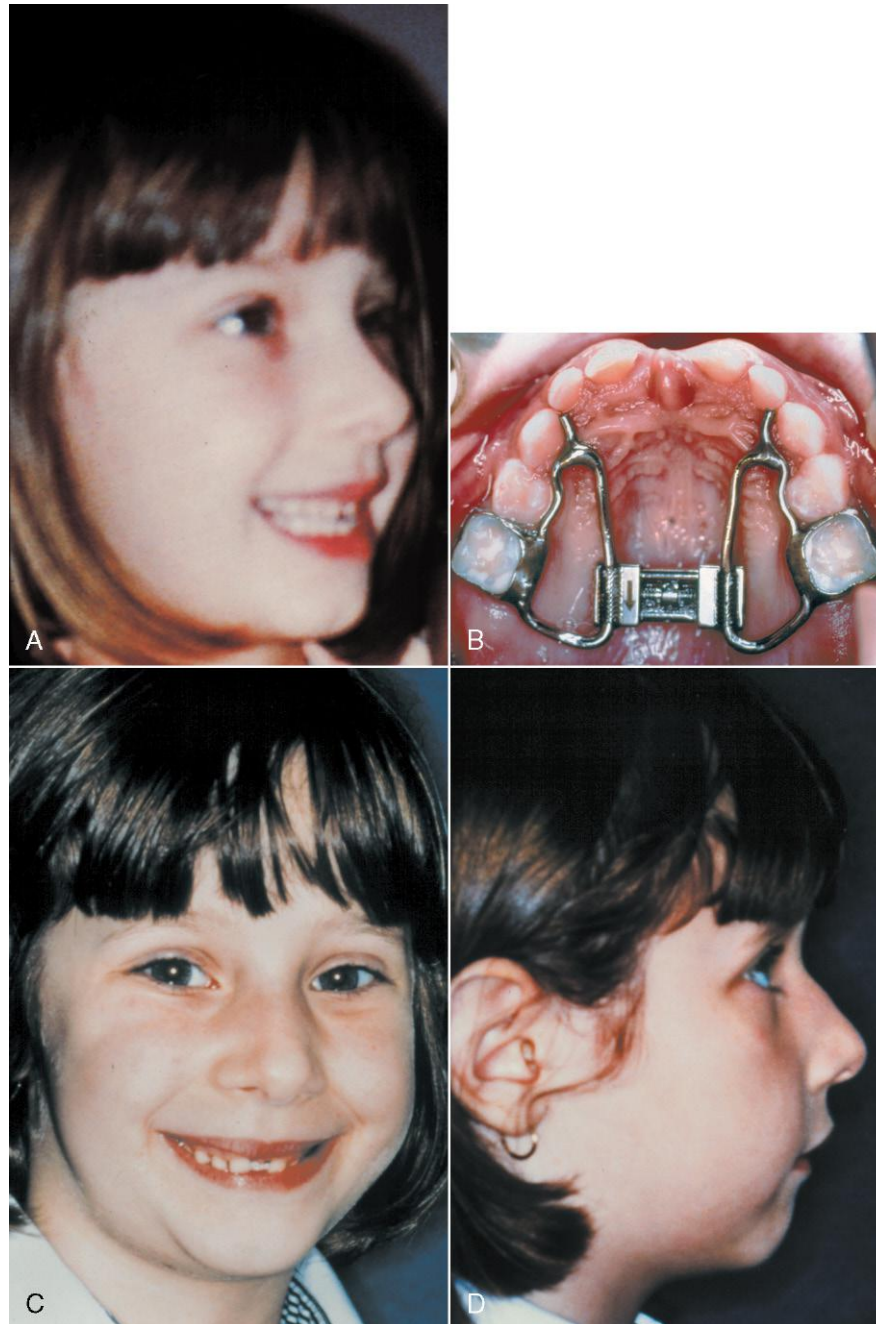


FIGURA 7-8 En los niños pequeños, la expansión palatina rápida puede provocar cambios indeseables en la nariz, como en esta niña de 5 años a la que se expandió el paladar a un ritmo de 0,5 mm/día (dos vueltas del tornillo de expansión cada día). **A.** Contornos nasales antes del tratamiento. **B.** El aparato de tornillo de expansión tras un período de activación de 10 días. **C y D.** Joroba nasal e hinchazón paranasal, que aparecieron después de que la niña se quejase de algunas molestias como consecuencia de la expansión. (Por cortesía del Dr. D. Patti.)

fuerza actúe directamente sobre el hueso para que los dientes no soporten ninguna presión.

Expansión palatina rápida. Un objetivo fundamental de la modificación del crecimiento consiste siempre en potenciar los cambios esqueléticos y limitar los cambios dentales que pueda producir el tratamiento. El objetivo de la expansión maxilar consiste en ensanchar el maxilar superior, y no solo en expandir la arcada dental desplazando los dientes en relación con el hueso. Originalmente, se recomendaba una expansión rápida de la sutura palatina media (expansión palatina rápida [EPR]) para intentar alcanzar este objetivo. Se creía que si se aplicaba una fuerza rápidamente sobre los dientes posteriores no habría tiempo suficiente para que los dientes se movieran, la fuerza actuaría sobre la sutura y esta se abriría mientras que los dientes apenas se moverían respecto de su hueso de soporte.

Con la EPR a un ritmo de 0,5-1 mm/día se consigue 1 cm o más de expansión en un plazo de 2 a 3 semanas, y la mayor parte del movimiento consiste en una separación de las dos mitades del maxilar superior. Se forma un espacio entre los incisivos centrales. El espacio creado en la sutura palatina media se llena inicialmente con líquidos tisulares y hemorragia; en ese momento, la expansión es muy inestable. Es necesario inmovilizar el dispositivo de expansión para que no se cierre, y dejarlo colocado durante 3 o 4 meses. Transcurrido ese período de tiempo, el espacio de la sutura se ha llenado de hueso neoformado y la expansión esquelética se ha estabilizado. Durante ese período de tiempo, el diastema de la línea media disminuye y puede llegar a desaparecer.

Un aspecto de la expansión rápida que pasó desapercibido en un primer momento era que el movimiento ortodóncico de los dientes continúa una vez que se ha completado la expansión, hasta que se consigue estabilizar el hueso. En la mayoría de los tratamientos ortodóncicos, los dientes se mueven en relación con una base ósea estable. Por supuesto, para mover los dientes también podemos permitir que los segmentos óseos se recolocen mientras mantenemos la misma relación interdental, y esto es lo que sucede durante los aproximadamente 3 meses que se necesitan para que la sutura se llene de tejido óseo tras la expansión rápida. Durante ese período de tiempo se mantiene la expansión dental, pero las dos mitades del maxilar superior vuelven a acercarse, algo que es posible debido a que los dientes se mueven simultáneamente en sentido lateral sobre su hueso de soporte.

Si representáramos gráficamente estos cambios, la gráfica de la expansión rápida se parecería a la de la figura 7-9, A. Una vez completada la expansión, se habría obtenido una expansión total de 10 mm producida por 8 mm de expansión esquelética y únicamente por 2 mm de movimiento dental. Al cabo de 4 meses persistirían los mismos 10 mm de expansión dental, pero en ese momento solo habría 5 mm de expansión esquelética y el movimiento dental representaría los otros 5 mm de expansión total. Por consiguiente, la activación rápida del tornillo de expansión no constituye un medio eficaz para limitar el movimiento dental.

Expansión palatina lenta. La velocidad máxima a la que pueden adaptarse los tejidos de la sutura palatina media es de 0,5 mm por semana, aproximadamente. Si se activa un tornillo de expansión acoplado a los dientes a un ritmo de un cuarto de vuelta (0,25 mm) cada 2 días, la proporción de expansión dental y esquelética es de 1:1, aproximadamente, se limitan los daños tisulares y la hemorragia en la sutura, y no se forma nunca un diastema muy amplio en la línea media. Un total de 10 mm de expansión en un período de 10 semanas, a un ritmo

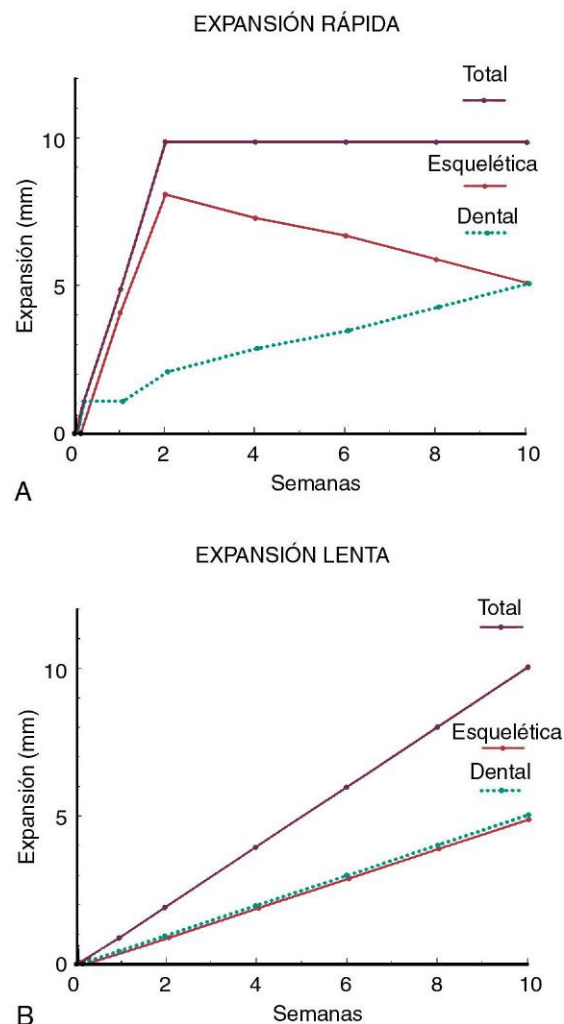


FIGURA 7-9 Representación esquemática de la respuesta esquelética y dental característica a la expansión palatina rápida (A) y lenta (B). En la década de los sesenta se empezó a recomendar la expansión rápida, tras la reintroducción de esta técnica, debido a que se pensaba que producía más cambios esqueléticos que dentales. Como indica la gráfica, eso es cierto en un primer momento: los dientes no pueden responder, y la sutura se abre. Después de conseguir 10 mm de expansión en 2 semanas, puede haber 8 mm de cambio esquelético y solo 2 mm de movimiento dental en el momento de completar la expansión. En un primer momento se pasó por alto que durante las 8 semanas posteriores, mientras la sutura se rellena de hueso, el movimiento ortodóncico de los dientes continúa y permite una recaída esquelética, de tal manera que aunque se mantiene la expansión total, aumenta el porcentaje debido al movimiento dental y disminuye la expansión esquelética. Con la expansión lenta a un ritmo de 1 mm por semana, la expansión total se reparte por igual entre los componentes esquelético y dental desde el primer momento. El resultado de ambas formas de expansión difiere considerablemente después de 2 semanas, pero es bastante parecido al cabo de 10 semanas.

de 1 mm por semana, representaría 5 mm de expansión dental y 5 mm de expansión esquelética (v. fig. 7-9, B). Al término de la expansión activa, la situación es muy parecida a una EPR 2 o 3 meses después de haber completado la expansión, una vez que la sutura se ha rellenado de hueso. Por consiguiente, la expansión rápida produce unos resultados globales similares a los de la

expansión lenta,⁵ pero con esta última se obtiene una respuesta más fisiológica.

Expansión implantosoportada. Ahora que podemos colocar tornillos óseos en el maxilar superior para utilizarlos como anclajes esqueléticos provisionales, es posible aplicar una fuerza directamente sobre el maxilar superior en lugar de usar los dientes para transferir la fuerza al hueso. Esto permite expandir el maxilar

superior aun cuando no haya ningún diente presente (fig. 7-10) y evitar cualquier movimiento dental, con lo que se consigue un cambio casi exclusivamente esquelético en los pacientes con mordida cruzada lingual. Acoplando un tornillo de expansión a los anclajes esqueléticos sería deseable una deformación mínima de la sutura, con lo que estaría más indicada una expansión lenta que una expansión rápida.

Una vez conseguida la expansión por cualquiera de estos medios, es necesario colocar un retenedor, aun cuando parezca que se ha completado ya el relleno óseo. El dispositivo de expansión debe permanecer colocado durante 3 o 4 meses, y posteriormente puede sustituirse por un retenedor de quita y pon u otro dispositivo de retención.

La expansión maxilar se describe más en detalle en los capítulos 13 y 14.

Problemas de clase II

Evolución del tratamiento de clase II. A comienzos del siglo xx no se creía que se pudiera modificar el crecimiento de las estructuras faciales en proceso de desarrollo ejerciendo una presión sobre las mismas. Los primeros ortodoncistas norteamericanos empezaron a utilizar la fuerza extraoral (casquete) sobre el maxilar superior a finales del siglo xix (fig. 7-11), y comprobaron que resultaba razonablemente eficaz. Posteriormente abandonaron este método de tratamiento, no porque no funcionase, sino porque Angle y sus coetáneos consideraban que los elásticos de clase II (de los molares inferiores a los incisivos superiores) inducirían el crecimiento

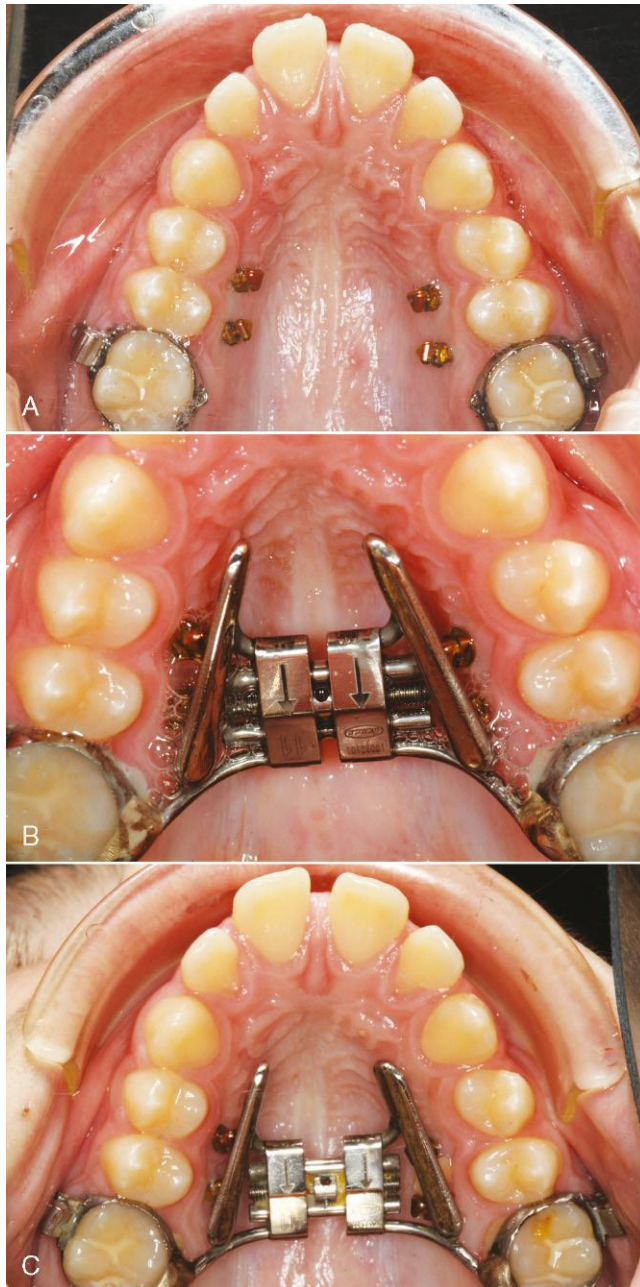


FIGURA 7-10 A. Arcada superior estrecha con tornillos palatinos para aplicar la fuerza de expansión directamente sobre el hueso. El dispositivo de expansión tiene una armazón de alambre que se sujeta a las cabezas expuestas de los tornillos óseos. B. Dispositivo de expansión en su posición, con la activación inicial del tornillo de expansión. Aunque los molares están unidos al dispositivo de expansión, están fijados a una barra sobre la que se pueden deslizar, de manera que la fuerza de expansión actúa únicamente sobre los tornillos. C. Progresos; la expansión continúa y la fijación de los molares se desliza a lo largo de la barra.



FIGURA 7-11 A finales del siglo xix se utilizaba una fuerza extraoral sobre el maxilar superior para las correcciones de clase II, aunque posteriormente se abandonó esta forma de tratamiento, no porque resultara ineficaz sino porque los primeros ortodoncistas pensaban que podían conseguir ese mismo efecto con elásticos. (Tomado de Angle EH. Treatment of Malocclusion of the Teeth. 7th ed. Philadelphia: SS White Manufacturing Co; 1907.)

anterior del maxilar inferior, con lo que se conseguiría una corrección más sencilla y eficaz. Algunos años después, se empezaron a utilizar en EE. UU. planos guía (consistentes en una estructura de alambre que descendía de un arco lingual superior) para obligar a los pacientes a adelantar el maxilar inferior al cerrar la boca, también con la intención de estimular el crecimiento mandibular.

Con la aparición del análisis cefalométrico se pudo demostrar que tanto los elásticos como los planos guía corregían la maloclusión de clase II fundamentalmente mediante un desplazamiento mesial de los dientes inferiores, más que por la inducción del crecimiento mandibular. Incluso si pasamos por alto la ausencia de cambios deseables en las relaciones intermaxilares, la corrección de un problema de clase II esquelético de este modo resulta indeseable, ya que los incisivos inferiores protruyentes tienden a enderezarse tras el tratamiento, por lo que reaparecen seguidamente el apiñamiento y el resalte de los mismos. Debido a esto, en EE. UU. se abandonaron estos métodos, así como la idea de estimular el crecimiento mandibular, pero la modificación del crecimiento mediante «aparatos funcionales» que mantienen el maxilar inferior en una posición adelantada siguió siendo la piedra angular de la ortodoncia europea.

Aunque los ortodontistas norteamericanos volvieron a utilizar el casquete en la década de los cuarenta y empezaron a usarlos mucho para los tratamientos de clase II, consideraron que se trataba fundamentalmente de un dispositivo para mover los dientes, hasta que a finales de la década de los cincuenta los estudios cefalométricos demostraron claramente que no solo retraían los dientes superiores, sino que influían además en el crecimiento maxilar (fig. 7-12). En la década de los ochenta se había demostrado claramente a ambos lados del Atlántico el resultado clínico de los aparatos funcionales (incluido un crecimiento mandibular impresionante en algunos casos), pero seguía cuestionándose si estos aparatos podían estimular realmente el crecimiento mandibular.

Esto depende de cómo se mire. Podemos definir la estimulación del crecimiento de dos maneras: 1) como la consecución de un tamaño final superior al que se habría obtenido sin tratamiento, o 2) como la constatación de un crecimiento durante un período de tiempo determinado superior al que cabría esperar sin tratamiento. La figura 7-13 muestra una gráfica hipotética de la respuesta al tratamiento con aparatos funcionales, e ilustra la diferencia entre: 1) la estimulación absoluta (aumento de tamaño, como en un adulto), y 2) la estimulación temporal (aceleración del crecimiento). Como parece indicar la figura, a menudo se produce una aceleración del crecimiento cuando se usa un aparato funcional para tratar una deficiencia mandibular, pero el tamaño final del maxilar inferior apenas es algo mayor de lo que habría alcanzado sin el tratamiento.⁶ A menudo, la superposición cefalométrica muestra en los primeros meses del tratamiento con aparatos funcionales más crecimiento mandibular de lo que cabría esperar (fig. 7-14). Es probable que el crecimiento disminuya posteriormente, de manera que aunque el maxilar inferior haya crecido más de lo normal durante algún tiempo, su crecimiento posterior será menor de lo que cabría esperar, y el tamaño final del maxilar inferior será similar tanto en los pacientes tratados como en aquellos sin tratar.

Si esta apreciación de sus efectos sobre el crecimiento mandibular es correcta, los aparatos funcionales deben hacer algo más, aparte de acelerar el crecimiento mandibular. En caso contrario, la maloclusión de clase II no se corregiría nunca o no se mantendría la corrección. De hecho, estos aparatos pueden influir también en el maxilar superior y en los dientes de ambas arcadas. Cuando se adelanta el maxilar inferior, la distensión elástica de los tejidos blandos

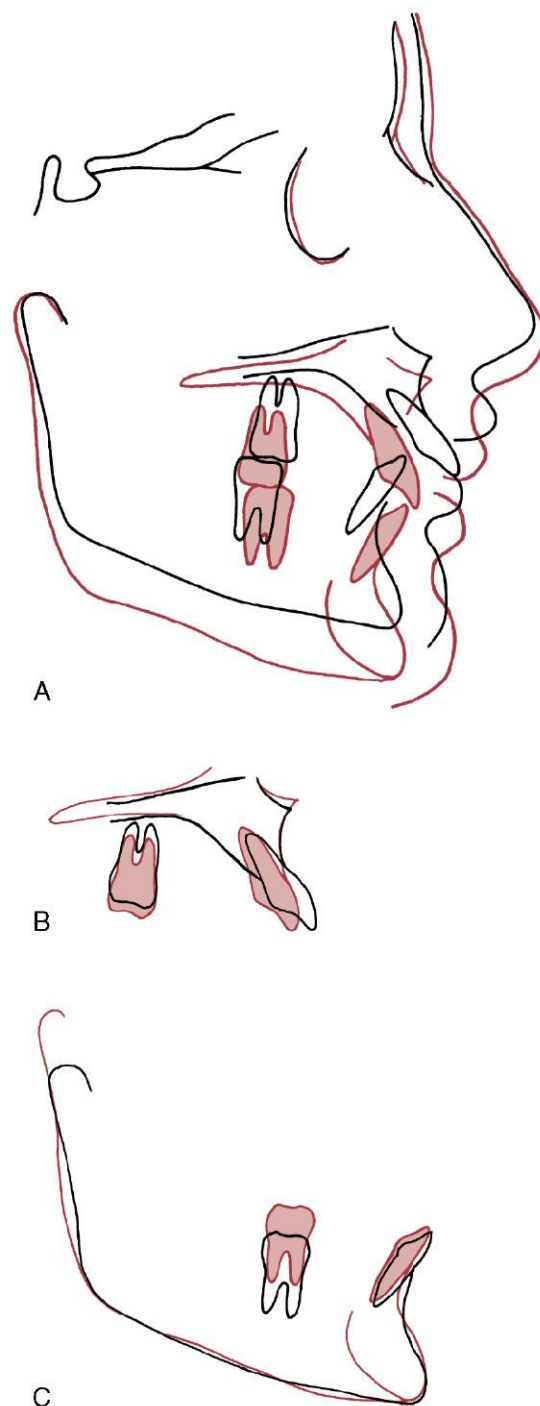


FIGURA 7-12 La superposición cefalométrica muestra la modificación del crecimiento que produce una fuerza extraoral sobre el maxilar superior (tracción directa en un primer momento, tracción alta posteriormente). En la superposición de la base del cráneo (**A**) se puede apreciar que el maxilar superior ha descendido y retrocedido, en vez de descender y avanzar como cabría esperar durante el crecimiento (y como sucedió en la mandíbula). En la superposición del maxilar superior (**B**) se puede comprobar la retracción de los incisivos superiores protruidos y separados, aunque apenas se aprecia retroceso de los molares superiores. En la superposición del maxilar inferior (**C**) se puede ver que los molares inferiores han erupcionado más que los superiores (es decir, se ha mantenido un control vertical adecuado de los molares superiores).

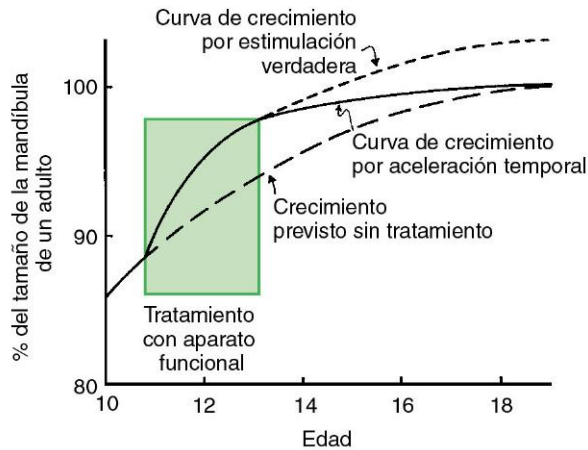


FIGURA 7-13 Se puede usar un diagrama de crecimiento para representar la diferencia entre la aceleración del crecimiento en respuesta a un aparato funcional y la estimulación real del crecimiento. Si el crecimiento se acelera mientras se utiliza un aparato funcional y posteriormente continúa al ritmo previsible a partir de ese momento, de manera que el maxilar inferior alcanza un tamaño definitivo mayor, entonces se ha producido una estimulación verdadera. Si el crecimiento es más rápido mientras se utiliza el aparato, pero se ralentiza después y el paciente vuelve en última instancia a la línea de crecimiento previsible, entonces se ha producido una aceleración pero no una verdadera estimulación. Aunque se observan grandes variaciones individuales, la respuesta a un aparato funcional suele parecerse a la línea continua de esta gráfica.

produce un efecto reactivo sobre las estructuras que lo mantienen en esa posición adelantada. Si el aparato está en contacto con los dientes, esa fuerza reactiva produce un efecto similar al de los elásticos de clase II: adelanta los dientes inferiores, retrasa los dientes superiores y hace girar el plano oclusal. Además, aun cuando se limite el contacto con los dientes, la elasticidad de los tejidos blandos puede generar una fuerza que se opone al crecimiento anterior del maxilar superior, de manera que se observa un «efecto de casquete» (v. fig. 7-14). Tras el tratamiento con aparatos funcionales puede observarse cualquier combinación de estos efectos.

Estudios clínicos aleatorizados sobre el tratamiento precoz y tardío de la clase II. En la década de los noventa se llevaron a cabo en las universidades de Carolina del Norte y de Florida dos proyectos muy importantes, subvencionados por el National Institute of Dental and Craniofacial Research, para los que se utilizó una metodología de estudio clínico aleatorio.^{7,8} Más recientemente, la Universidad de Manchester ha publicado un importante estudio, subvencionado por el Medical Research Council del Reino Unido.⁹ Los resultados de estos estudios representan, con diferencia, los mejores datos disponibles hasta la fecha sobre la respuesta al tratamiento de modificación del crecimiento de clase II.

Los datos de todos estos estudios demuestran tres cosas importantes: 1) por término medio, los niños tratados antes de la adolescencia con un casquete o un aparato funcional experimentaron una mejora pequeña pero estadísticamente significativa de sus relaciones intermaxilares, algo que no se observó en los niños de control que no recibieron tratamiento; 2) los cambios inducidos en las relaciones esqueléticas durante el tratamiento precoz remitieron, al menos en parte, como consecuencia del crecimiento compensatorio posterior, tanto en los pacientes tratados con casquete como en aquellos tratados con aparatos funcionales, y 3) al término del tratamiento completo durante la adolescencia no se

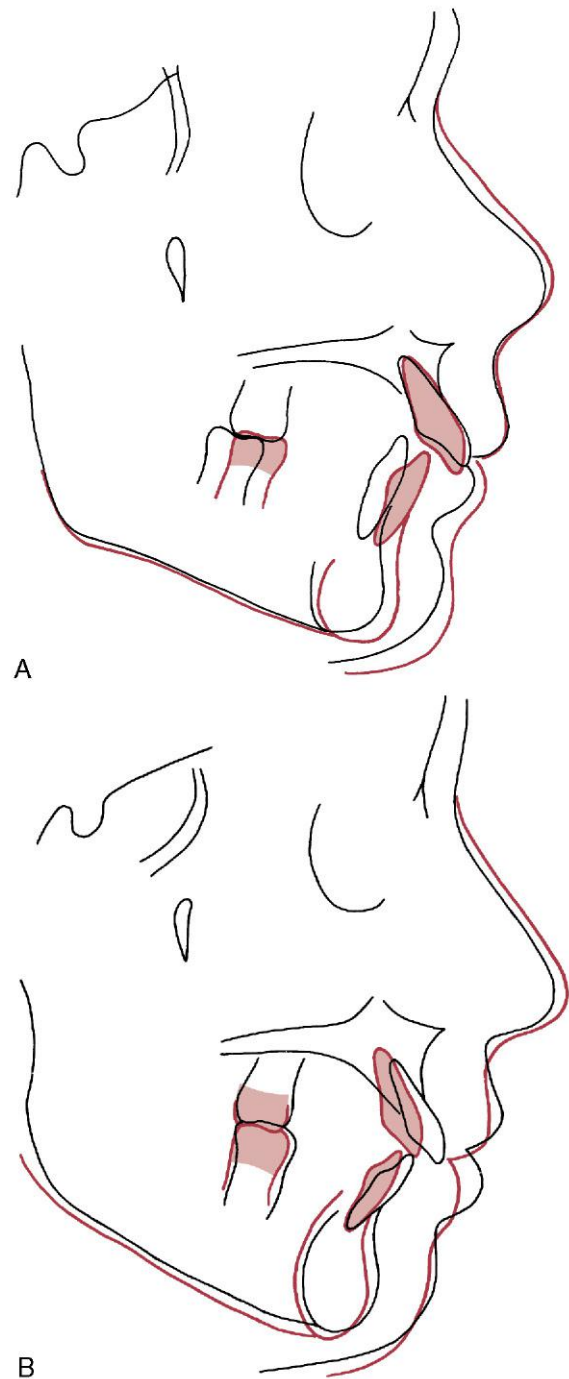


FIGURA 7-14 **A.** Superposición cefalométrica durante el tratamiento con un aparato funcional (activador), en la que se observa el excelente crecimiento mandibular en sentido anteroinferior entre los 11 y los 13 años de edad. **B.** Superposiciones cefalométricas del mismo paciente entre los 13 y los 15 años, durante el tratamiento con aparatos fijos para la recolocación definitiva de los dientes. En este caso, la respuesta del crecimiento al activador resultó más una aceleración que una verdadera estimulación, como demuestra el mayor crecimiento de lo esperado en los primeros momentos, y el menor crecimiento de etapas posteriores; a pesar de todo, la fase de tratamiento con el activador permitió mejorar considerablemente la relación intermaxilar.

apreciaron diferencias significativas entre los pacientes que se sometieron a tratamiento precoz y los controles no tratados con anterioridad. En resumen, no parece que haya diferencias muy apreciables cuando se modifica el crecimiento con un casquete o un aparato funcional, y el tratamiento resulta igualmente eficaz y es más eficiente si se lleva a cabo durante el estirón puberal que si se realiza antes de la adolescencia. En el capítulo 13 se analizan más en detalle los resultados de estos estudios y los datos de otros estudios retrospectivos debidamente diseñados y controlados.

Camuflaje mediante movimiento dental. Por sí solo, el movimiento dental no permite corregir una maloclusión esquelética, pero si se corrige la maloclusión y se obtiene un aspecto facial aceptable, el tratamiento puede producir un resultado global bastante satisfactorio. Es lo que se conoce como *camuflaje ortodóncico*, por una razón muy sencilla: el camuflaje significa que ya no se ve la discrepancia intermaxilar. Evidentemente, el tratamiento de movimiento dental solo tendrá éxito si se consigue un aspecto facial y una oclusión dental satisfactorios.

Para corregir una maloclusión de clase II se puede emplear uno de estos tres patrones de movimiento dental:

- Una combinación de retracción de los dientes superiores y avance de los inferiores, sin extracciones dentales.
- Retracción de los incisivos superiores hacia un espacio de extracción premolar.
- Desplazamiento distal de los molares superiores y, en última instancia, de toda la arcada dental superior.

Tratamiento sin extracciones y con elásticos de clase II. Si resulta aceptable un desplazamiento anterior de la arcada inferior, es posible corregir una maloclusión de clase II utilizando exclusivamente elásticos de clase II (o su equivalente en forma de conectores fijos). No obstante, la corrección se debe más al avance de la arcada inferior que al retroceso de los dientes superiores. En ocasiones, se observa un resalte excesivo y unos segmentos bucales de clase II debido a que la arcada inferior ocupa una posición muy distal en el maxilar inferior; en tales casos, lo que hay que hacer es adelantar los dientes inferiores. Sin embargo, los dientes inferiores de los pacientes de clase II ocupan casi siempre una posición normal en el maxilar inferior o están ligeramente proclinales. En estos casos, es muy probable que los elásticos de clase II (o su equivalente en forma de aparato funcional fijo) produzcan un perfil convexo con unos incisivos inferiores protruidos y un labio inferior prominente. Podemos describir esta situación como una recaída inminente (fig. 7-15). Tras el tratamiento, la presión labial desplaza lingualmente los incisivos inferiores y produce apiñamiento incisivo, así como una reaparición del resalte y de la sobremordida, debido a que los incisivos tienden a erupcionar nuevamente hacia un contacto oclusal a partir de su posición lingual.

Retracción de los incisivos superiores hacia un espacio de extracción premolar. Una forma muy sencilla de corregir un resalte excesivo consiste en retraer los incisivos protruidos hacia el espacio creado mediante la extracción de los primeros premolares superiores. Sin ninguna extracción inferior, el paciente tendría una relación molar de clase II, pero un resalte normal y una relación canina al término del tratamiento. El anclaje esquelético provisional resulta muy útil si lo que se busca es una retracción máxima de los incisivos o cuando los molares superiores tienen muy poca utilidad como posibles anclajes debido a la pérdida ósea. Si se extraen también los primeros o segundos premolares inferiores, se pueden usar elásticos de clase II para adelantar los molares inferiores y retraer los incisivos superiores, y de ese modo se corrigen tanto la relación molar como el resalte.

Aunque la extracción de los premolares para una corrección de clase II puede proporcionar una oclusión excelente y un aspecto dentofacial aceptable,¹⁰ esta técnica conlleva algunos problemas potenciales. Si la maloclusión de clase II del paciente se debe fundamentalmente a una deficiencia mandibular, la retracción de los incisivos superiores produce una deformidad maxilar que se suma a la mandibular, algo que es difícil de justificar como tratamiento más indicado (v. comentario sobre el camuflaje de clase II en los adultos, en el capítulo 18). Las extracciones en la arcada inferior permiten a los molares avanzar hacia una relación de clase I, pero sería importante cerrar el espacio inferior sin retraer los incisivos inferiores. Si se utilizan elásticos de clase II, los incisivos superiores se alargan además de retroceder, lo que puede dar lugar a una «sonrisa gingival» poco deseable.

Algunos sostienen que la extracción de los premolares superiores para la corrección de clase II constituye un factor de riesgo de futura disfunción temporomandibular (DTM). En ninguno de los numerosos informes publicados a comienzos de la década de los noventa se indicaba que pudiese existir una relación entre los síntomas de DTM y el tipo de tratamiento ortodóncico. Los datos más fiables proceden de un estudio en el que se llevó a cabo una minuciosa recopilación de datos retrospectivos para formar dos grupos de pacientes cuya maloclusión de clase II «límitrofe» podría haber sido tratada igualmente con o sin la extracción de los premolares. A los pacientes de un grupo se les extrajeron los premolares, y a los del otro no. En ambos grupos se obtuvieron puntuaciones muy bajas para los signos o síntomas de disfunción, y no se apreciaron diferencias entre ambos grupos en ningún aspecto de la función de la articulación temporomandibular (ATM).¹¹ Sencillamente no existe ninguna prueba que respalde la hipótesis de que la extracción de los premolares superiores cause DTM.

Movimiento distal de los dientes superiores. Si fuera posible desplazar posteriormente los molares superiores, esto permitiría corregir una relación molar de clase II y proporcionar ya un espacio hacia el que se podrían retraer los demás dientes superiores. Si los primeros molares superiores están girados en sentido mesiolingual, como suele suceder cuando existe una relación molar de clase II, al corregir la rotación se retrasan las cúspides bucales y se obtiene por lo menos un pequeño espacio mesial al molar (fig. 7-16). Resulta más difícil inclinar distalmente las coronas para ganar espacio, y más difícil aún desplazar distalmente las coronas en bloque. Se plantean dos problemas: 1) es difícil mantener el primer molar en una posición distal mientras se retrasan los premolares y los dientes anteriores, de manera que hay que retraerlo una distancia considerable, especialmente si está inclinado en sentido distal, y 2) cuanto más haya que desplazarlo, más se interpondrán el segundo y el tercer molar en su camino.

Desde este punto de vista, se entiende fácilmente que la mejor manera de desplazar distalmente un primer molar superior consiste en extraer el segundo molar, lo que nos deja espacio para el movimiento dental. Hasta tiempos muy recientes se aceptaba que el anclaje conseguido con un arco lingual transpalatino representaba el mejor medio para distalizar la dentición superior. Aunque, al menos en teoría, se puede conseguir el mismo resultado con un casquete, este tipo de tratamiento lleva mucho tiempo y requiere mucha colaboración por parte del paciente. Se puede conseguir el anclaje palatino para el movimiento molar uniendo los premolares superiores con una férula e incluyendo en la misma una almohadilla acrílica que quede en contacto con la mucosa palatina. En teoría, la mucosa palatina resiste este desplazamiento; en la práctica



FIGURA 7-15 Utilizando elásticos de clase II es posible corregir una maloclusión de clase II, fundamentalmente adelantando los dientes inferiores en relación con el maxilar inferior; pero en un paciente con una clase II esquelética por una deficiencia mandibular el resultado es antiestético e inestable. Esta chica, tratada de ese modo, volvió 5 años después de un tratamiento de ese tipo. **A y B.** Fotografías faciales de frente y de perfil que muestran la prominencia del labio inferior respecto del mentón. **C-E.** Fotografías intraorales. Aunque la relación molar sigue siendo prácticamente de clase I en el lado derecho y de clase II de media cúspide en el izquierdo, se ha reproducido en gran medida el resalte debido a que los incisivos inferiores se han inclinado lingualmente y han quedado apiñados. En sentido vertical, es probable una recaída de la mordida abierta o profunda (cualquiera que existiera en un primer momento), de manera que esta paciente presentaba seguramente una tendencia a la mordida abierta antes de su tratamiento inicial.

clínica, la almohadilla suele irritar los tejidos. Incluso utilizando los aparatos de este tipo más elaborados (fig. 7-17), solo unos dos tercios del espacio que se abre entre los molares y los premolares se debe al movimiento distal de los molares, incluso cuando los molares están inclinados en sentido distal. Los molares tienden a avanzar nuevamente cuando se retraen los demás dientes superio-

res (v. más detalles en el capítulo 15); debido a ello, no cabe esperar una corrección superior a media cúspide molar. Por consiguiente, el paciente idóneo para este tipo de tratamiento es aquel que tiene un potencial de crecimiento mínimo, una relación intermaxilar razonablemente buena (con una deficiencia mandibular no muy marcada) y una relación molar de clase II de media cúspide.

Un anclaje esquelético temporal incrementa considerablemente la cantidad de movimiento distal real que se puede conseguir en la dentición superior, y permite distalizar los segundos y primeros molares. Sigue siendo necesario crear algún espacio en la región de la tuberosidad, razón por la que probablemente haya que extraer los terceros molares más adelante, si no se hace inmediatamente. En un tratamiento típico se colocan anclajes óseos bilaterales

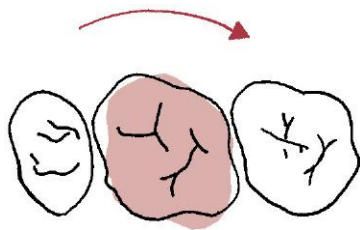


FIGURA 7-16 En un paciente con maloclusión de clase II, el primer molar superior suele estar rotado en sentido mesiolingual. Al corregir esta rotación (algo necesario para conseguir una oclusión correcta con el primer molar inferior), las cúspides bucales suelen desplazarse en sentido distal (aunque también tienden a mover mesialmente las cúspides linguales). Esto mejora la relación oclusal bucal, y si el paciente utiliza un casquete (como en este caso) al menos se consigue algo de espacio para la retracción de otros dientes superiores.

cerca de la base del arco cigomático (el «reborde clave» de Edward Angle) o en el paladar, y se utiliza un resorte de níquel-titanio para generar la fuerza necesaria para la distalización (fig. 7-18). A este respecto, la colocación de tornillos óseos entre los dientes impide el necesario movimiento distal de las raíces mesiales al tornillo. Aunque todavía no disponemos de datos aceptables sobre los resultados del tratamiento convencional, en algunos casos se han podido conseguir hasta 6 mm de desplazamiento distal de los primeros y segundos molares.¹² Por otra parte, los premolares migran distalmente al retraer los molares (debido a la red de fibras supracrestales). Esto facilita la retracción de los premolares, y además no se produce ninguna fuerza de reacción que impida el desplazamiento vestibular de los incisivos.

Evidentemente, hay que tener presente que un desplazamiento posterior tan marcado de la arcada superior puede ser incompatible con un aspecto facial aceptable. Si una maloclusión de clase II se debe a la protrusión de los dientes superiores, el tratamiento lógico consistiría en retraer la dentición superior. Pero si existe una deficiencia mandibular significativa, la retracción de los incisivos superiores tras el movimiento distal de los molares y los premolares conlleva el mismo problema potencial que puede surgir con la extracción de los primeros premolares para poder retraer los incisivos: si corregimos la maloclusión de este modo podemos deteriorar el aspecto facial en lugar de mejorarlo.



FIGURA 7-17 Para distalizar los molares se pueden emplear diferentes aparatos anclados a los dientes anteriores y al paladar. **A.** Aparato combinado de distalización-expansión (Pendex) en el momento de su aplicación inicial. **B.** Aspecto tras la retirada del aparato. Se ha conseguido abrir espacio, pero los tejidos están irritados a causa del contacto del aparato con la mucosa palatina. **C.** Arco de sujeción de Nance con botón palatino, utilizado posteriormente en el mismo paciente para mantener la posición de los molares mientras se completa la alineación de los demás dientes. Actualmente, los aparatos de este tipo están siendo desbancados rápidamente por los anclajes óseos (dispositivos de anclaje temporal [DAT]).

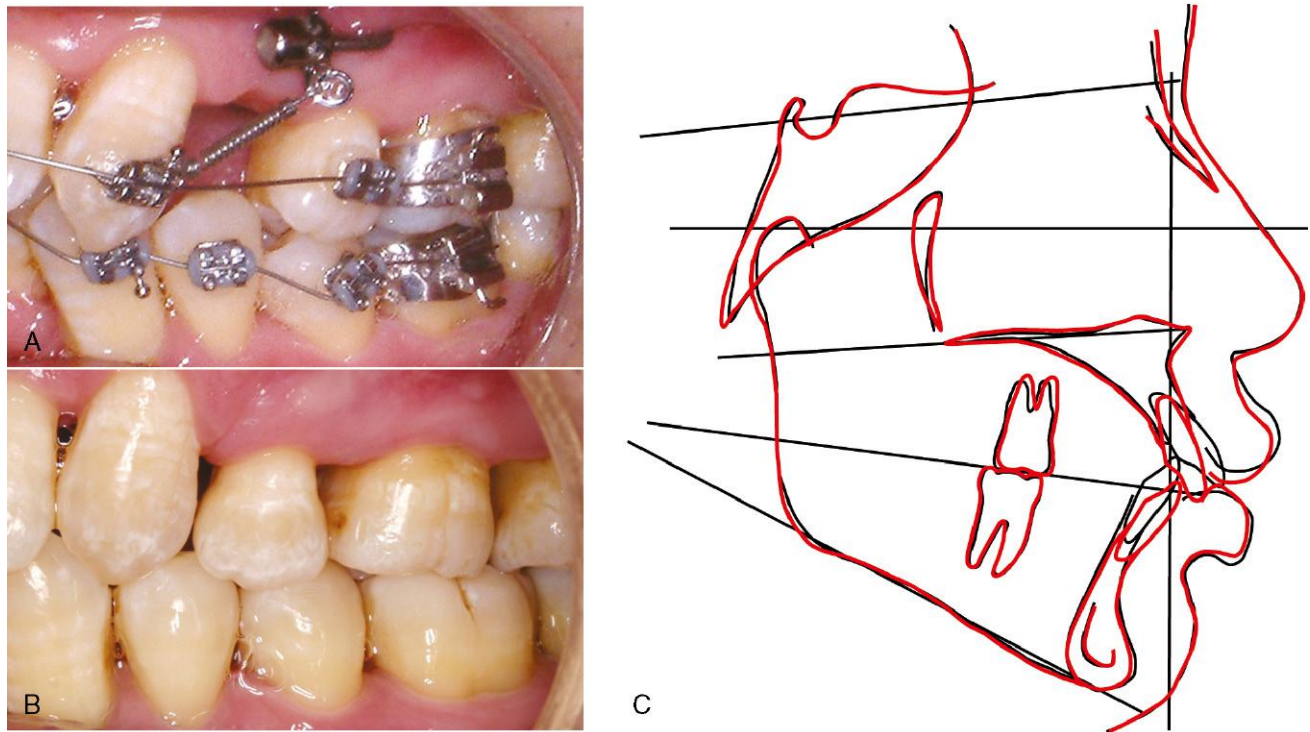


FIGURA 7-18 A. Anclaje óseo (mini placa fijada a la base del arco cigomático con tres tornillos, de la que solo el tubo para la unión de los resortes o los tornillos se extiende a la boca) para retraer los incisivos superiores muy protruidos de un adulto joven con pérdida ósea como consecuencia de la enfermedad periodontal (de manera que los dientes posteriores superiores tenían muy poca utilidad como anclajes). B. La retracción completada. Se ha mantenido la relación molar de clase II. Sin el anclaje esquelético, los molares superiores habrían avanzado aún más a una superrelación de clase II. C. Superposiciones cefalométricas de la base del cráneo y el maxilar superior; se aprecia la retracción de los incisivos superiores sin ningún avance de los dientes posteriores. Con este movimiento dental en un adulto, un único tornillo en los procesos alveolares de ambos lados podría proporcionar un resultado inestable.

Resumen. En ausencia de un crecimiento favorable, el tratamiento de una relación de clase II en los adolescentes plantea muchas dificultades. Puede que haya que aceptar un compromiso para poder corregir la oclusión. Afortunadamente, aun cuando no podemos esperar que la modificación del crecimiento corrija totalmente un problema de clase II en un adolescente, el avance relativo del maxilar inferior respecto del superior contribuye al éxito del tratamiento en un paciente normal. Para el resto de la corrección hay que combinar la retracción de los incisivos superiores y el avance de la arcada inferior. Cuando apenas quede crecimiento potencial, puede que haya que recurrir a la cirugía ortognática para adelantar el maxilar inferior y obtener un resultado satisfactorio (v. capítulo 19).

Problemas de clase III

En los pacientes de clase III, la modificación del crecimiento es justo lo contrario de lo que sucede con los de clase II: lo que se necesita es el crecimiento diferencial del maxilar superior respecto del maxilar inferior. Edward Angle sostenía que la maloclusión de clase III se debía exclusivamente a un crecimiento excesivo del maxilar inferior. En los pacientes de clase III puede observarse cualquier combinación posible de crecimiento maxilar insuficiente y crecimiento mandibular excesivo, y las probabilidades de que se produzca deficiencia maxilar y exceso mandibular son prácticamente las mismas. El hecho de que la deficiencia maxilar represente un componente tan frecuente de la clase III esquelética, así como el desarrollo de nuevos métodos para corregirla, han permitido recientemente

incrementar las medidas terapéuticas para estimular el crecimiento maxilar. Desgraciadamente, no disponemos de datos de estudios aleatorizados y las recomendaciones terapéuticas deben basarse en los resultados de estudios limitados y a menudo poco controlados.

Deficiencia maxilar horizontal-vertical. Si la fuerza de un casquete para comprimir las suturas maxilares puede inhibir el crecimiento anterior del maxilar superior, un casquete inverso (de tracción anterior) que separe las suturas debería estimular dicho crecimiento. Hasta que Delaire et al. demostraron en Francia que se podía adelantar el maxilar superior mediante un casquete inverso, *siempre que* se iniciase el tratamiento a una edad temprana, el casquete de tracción inversa (fig. 7-19) había fracasado claramente como medio para producir algo más que el movimiento de los dientes superiores. Los resultados obtenidos en Francia parecían indicar que se podía adelantar el maxilar superior antes de los 8 años, pero que a partir de esa edad el movimiento dental ortodóncico empezaba a sobrepasar los cambios esqueléticos, y estudios más recientes en los que se ha comparado a niños de clase III no tratados con niños tratados mediante protrusión maxilar han confirmado que se producen mayores cambios esqueléticos a edades más tempranas.¹³ El seguimiento de estos pacientes a largo plazo parece indicar que para poder tener unas probabilidades de éxito razonables, el tratamiento debería comenzar como muy tarde a la edad de 10 años.¹⁴ El desplazamiento anterior no tiene ninguna probabilidad de éxito después de alcanzar la madurez sexual.

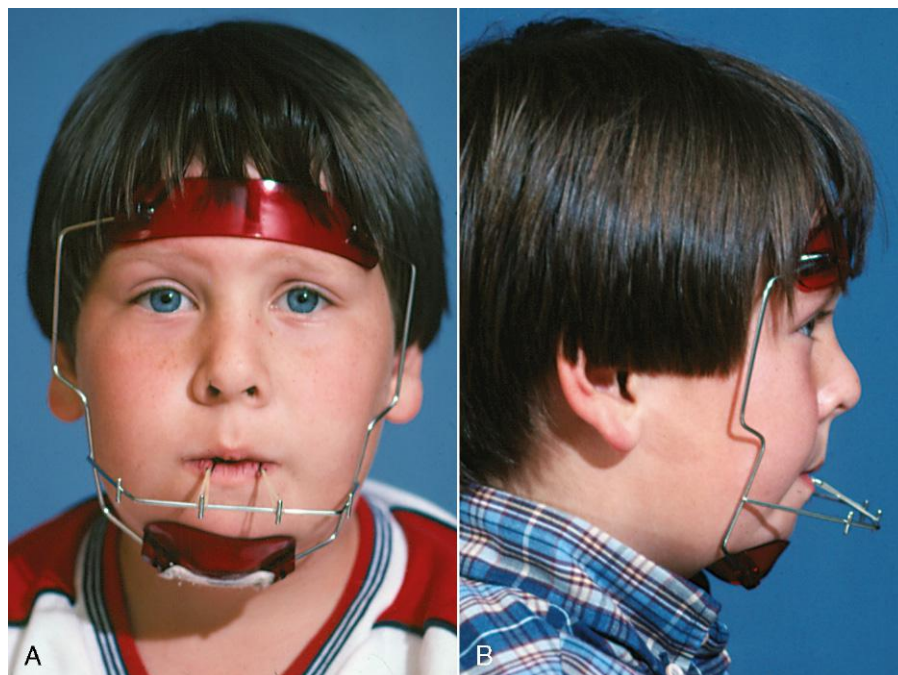


FIGURA 7-19 A y B. Máscara facial de tipo Delaire (también conocida como casquete de tiro inverso) usada para ejercer tracción anterior sobre el maxilar superior. Dado que este hueso suele presentar una deficiencia vertical y anteroposterior, normalmente se aplica una fuerza en dirección anteroinferior.

Incluso en los pacientes jóvenes, el tratamiento con un casquete inverso fijado a los dientes tiene downsides efectos secundarios casi inevitables (fig. 7-20): el avance de los dientes superiores respecto del maxilar superior y el descenso y la rotación posterior del maxilar inferior. Por esta razón, además de ser bastante jóvenes, los candidatos idóneos para este método de tratamiento deberían tener:

- Los dientes superiores en una posición normal o retruidos, pero nunca protruidos.
- Unas dimensiones faciales verticales anteriores normales o cortas, pero nunca alargadas.

Una forma muy obvia de limitar el movimiento dental durante el tratamiento con una máscara facial sería aplicando la fuerza de tracción sobre unos anclajes esqueléticos en el maxilar superior (v. fig. 7-10). Como sucede con todas las demás aplicaciones del anclaje esquelético, por el momento solo disponemos de informes preliminares sobre esta técnica, pero ya ha quedado claro que se puede emplear el anclaje esquelético para ayudar a adelantar el maxilar superior.¹⁵ En el capítulo 13 se describe detalladamente el tratamiento con el casquete de tracción inversa.

Exceso mandibular. Aunque la idea de aplicar una fuerza extraoral por medio de una mentonera no es ni mucho menos nueva (fig. 7-21), no puede equipararse con el uso de una fuerza extraoral sobre el maxilar superior, ya que en el maxilar inferior no hay ninguna sutura sobre la que actuar. Si el cartilago del cóndilo mandibular fuera un centro de crecimiento con capacidad para crecer por su cuenta, cabría esperar que una mentonera no resultara especialmente eficaz. Actualmente se piensa lo contrario, que el crecimiento condilar representa fundamentalmente una respuesta al desplazamiento que expe-

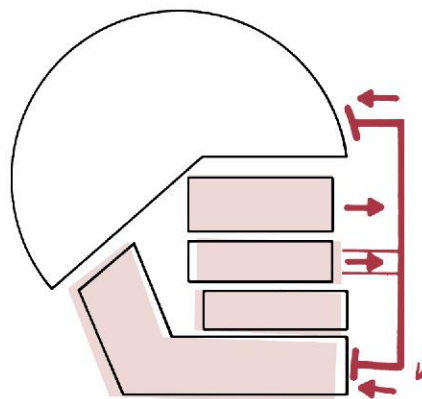


FIGURA 7-20 La tracción anterior sobre el maxilar superior produce generalmente tres efectos: 1) avance del maxilar superior; la cuantía del mismo depende fundamentalmente de la edad del paciente; 2) avance de los dientes superiores respecto del maxilar superior, y 3) descenso y rotación posterior del maxilar inferior debido a la fuerza recíproca que se ejerce sobre el mentón.

rimentan los tejidos circundantes al crecer, lo que justificaría una visión más optimista de las posibilidades de restringir el crecimiento. Investigaciones realizadas recientemente (v. capítulo 2) parecen indicar que resulta más acertada la segunda opción de crecimiento mandibular. No obstante, el tratamiento con mentonera suele proporcionar unos resultados decepcionantes. Lo que se consigue normalmente es una rotación descendente del maxilar inferior, no una verdadera disminución del crecimiento mandibular.

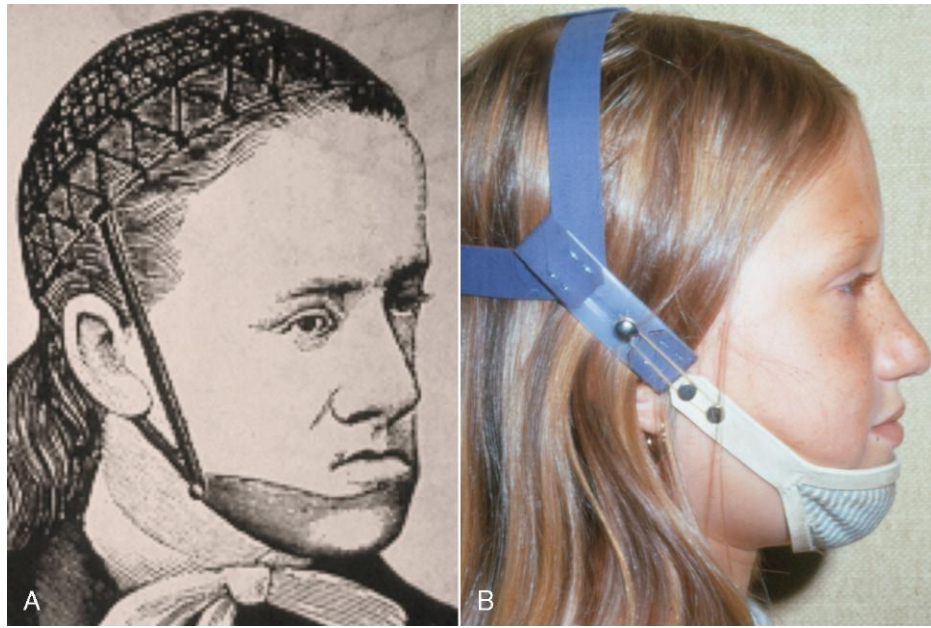


FIGURA 7-21 A. Ilustración de un tratado de ortodoncia de 1890 que muestra un dispositivo de mentonera para restringir el crecimiento mandibular. B. Dispositivo de mentonera utilizado en la década de los setenta, con mentonera blanda en vez de dura. La mentonera blanda es más cómoda pero incrementa el riesgo de inclinación lingual de los incisivos inferiores, un efecto indeseable en pacientes de clase III esquelética. Ninguna de las dos versiones sirve para restringir el crecimiento de manera eficaz. Hace un siglo se decía: «Desgraciadamente, no funciona muy bien». Eso mismo podemos decir actualmente. (Tomado de Proffit WR, Sarver RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

DeClerk et al. han señalado recientemente que cuando se aplica una fuerza relativamente ligera pero ininterrumpida con elásticos de clase III colocados entre anclajes esqueléticos maxilares y mandibulares, se observan sus efectos sobre el crecimiento maxilar y mandibular.^{16,17} En el capítulo 13 se analiza más detalladamente esta nueva posibilidad tan fascinante.

Camuflaje de clase III. Es bastante posible corregir las maloclusiones moderadas de clase III proclinando los incisivos superiores y retrayendo los incisivos inferiores hacia un espacio de extracción, y actualmente los anclajes esqueléticos nos permiten desplazar distalmente toda la dentición inferior. Por desgracia, a menudo esto se convierte más en una prueba del fracaso del camuflaje que del éxito del tratamiento (fig. 7-22). Las probabilidades de fracaso son mucho mayores cuando el paciente tiene un maxilar inferior grande y prominente. El problema radica en que la retracción de los dientes inferiores suele acentuar la prominencia del mentón. Mejorar la oclusión dental a costa de hacer más visible la discrepancia intermaxilar no representa un buen tratamiento.¹⁸

Un candidato potencial al camuflaje de clase III tendría:

- Un resalte inverso, debido fundamentalmente a la protrusión de los incisivos inferiores y la retrusión de los incisivos superiores, con más deficiencia maxilar que prognatismo mandibular.
- Una altura facial anterior reducida, de manera que la rotación posteroinferior del maxilar inferior permitiría mejorar las proporciones faciales anteroposteriores y verticales.

Esta combinación de características no suele observarse en pacientes de origen europeo, pero es más frecuente en los asiáticos; debido a ello, el camuflaje de clase III tiene más probabilidades de éxito en pacientes de origen asiático.

Problemas verticales

Los problemas verticales esqueléticos (tanto los patrones de cara corta como los de cara alargada) no se prestan bien al camuflaje mediante el movimiento dental. Para modificar el crecimiento en los pacientes de cara corta hay que rotar el maxilar inferior hacia abajo y hacia atrás sin crear una deficiencia mandibular anteroposterior, y esta es la razón por la que los problemas de clase III de cara corta son más fáciles de tratar que los de clase III de cara alargada. Los aparatos funcionales pueden proporcionar resultados bastante buenos en niños de clase II con cara corta. En el capítulo 13 se describe detalladamente esta forma de tratamiento.

El patrón de crecimiento dolicofacial es bastante difícil de modificar,¹⁹ y elongar los dientes anteriores para cerrar la mordida abierta acompañante representa la antítesis del camuflaje. Es predecible que acentúe el defecto facial. Hasta hace poco tiempo, el único tratamiento satisfactorio consistía en la cirugía ortognática para la reubicación vertical del maxilar superior, y sigue siendo el mejor tratamiento para la mordida abierta esquelética grave (v. capítulo 19). Actualmente, es posible intruir los dientes posteriores utilizando tornillos o anclajes óseos. Esto nos ofrece nuevas posibilidades de tratamiento para los pacientes con problemas moderados de cara alargada, y que describimos en el capítulo 18.



FIGURA 7-22 Una maloclusión de clase III puede corregirse también con elásticos de clase III, que adelantan los incisivos superiores y retraen los inferiores. Esta paciente volvió 2 años después de haber completado su tratamiento ortodóncico porque consideraba que su aspecto facial era inaceptable. **A** y **B**. Fotografías de frente y de perfil. Obsérvese la prominencia del mentón y la profundidad de los pliegues nasomaxilares, debidas ambas a la discrepancia intermaxilar. **C-E**. Fotografías intraorales. La oclusión dental es casi perfecta. Antes de poder corregir quirúrgicamente la discrepancia intermaxilar habrá que reproducir el resalte inverso, adelantando los incisivos inferiores tanto como sea posible.

Cómo limitar la incertidumbre en el plan de tratamiento

Aunque disponemos de datos excelentes procedentes de estudios clínicos, no es fácil predecir la respuesta de una persona a un determinado plan de tratamiento. Cabe esperar un resultado variable. En el ámbito de la ortodoncia hay dos factores interrelacionados que contribuyen fundamentalmente a esa variabilidad: el patrón de crecimiento del paciente y el efecto del tratamiento sobre la expresión del crecimiento. Actualmente, a falta de crecimiento, la respuesta al tratamiento es razonablemente predecible. Desgraciadamente, el crecimiento puede ser bastante impredecible.

Predicción del crecimiento

Dado que sería muy ventajoso poder predecir el crecimiento facial a la hora de planificar el tratamiento ortodóncico, son muchos los que han intentado desarrollar métodos para predecirlo a partir de las radiografías cefalométricas. Para poder conseguirlo hay que determinar tanto la *magnitud* como la *dirección* del crecimiento, a partir de una línea o punto de referencia. Se ha llevado a cabo un análisis estadístico de las radiografías cefalométricas consecutivas obtenidas durante los estudios sobre el crecimiento de Bolton, Burlington y Michigan (v. capítulo 4) para poder utilizarlas para predecir el crecimiento, agrupando los datos de manera que ofrezcan una imagen de los cambios medios que se producen durante el crecimiento normal. Para conocer los cambios medios que se producen con el crecimiento se pueden usar plantillas que muestran la dirección prevista y el crecimiento en determinados puntos o edades, o una serie completa de plantillas a partir de las cuales se pueden deducir los cambios en puntos determinados (esas mismas plantillas pueden emplearse para el diagnóstico [v. figs. 6-53 a 6-55]).

Cuanto más representativo de la muestra de la que se han calculado los cambios medios sea un individuo, más exacta debería ser la predicción, y viceversa. En condiciones ideales, habría que establecer parámetros de crecimiento diferentes para ambos sexos, para los principales grupos raciales y para los subgrupos importantes dentro de cada una de las principales categorías (como los pacientes con patrones de crecimiento dolicofacial o braquifacial y con maloclusiones de clase II o III esqueléticas). Las plantillas obtenidas a partir de los estudios de crecimiento de Burlington (fig. 7-23) muestran trayectorias diferentes para los crecimientos braquifacial, normal y dolicofacial, pero puede ser muy difícil determinar cuál hay que usar para predecir el crecimiento de un paciente determinado. Una base de datos italiana obtenida a partir de radiografías cefalométricas seriadas de niños de clase III no tratados ha resultado muy útil como control para pacientes de clase III tratados, y ha dado origen a las recomendaciones expuestas anteriormente. No se dispone de datos parecidos de pacientes de clase II no tratados, y dado que ya no resulta éticamente aceptable obtener radiografías repetidas de niños que no van a recibir tratamiento, es poco probable que lleguemos a disponer de la cantidad de datos necesaria.

La principal dificultad a la hora de intentar predecir el crecimiento basándose en los cambios medios radica en que un determinado paciente puede no mostrar ni la magnitud media ni la dirección media de crecimiento, y en la posibilidad de que se produzca un error significativo. En la práctica clínica es realmente

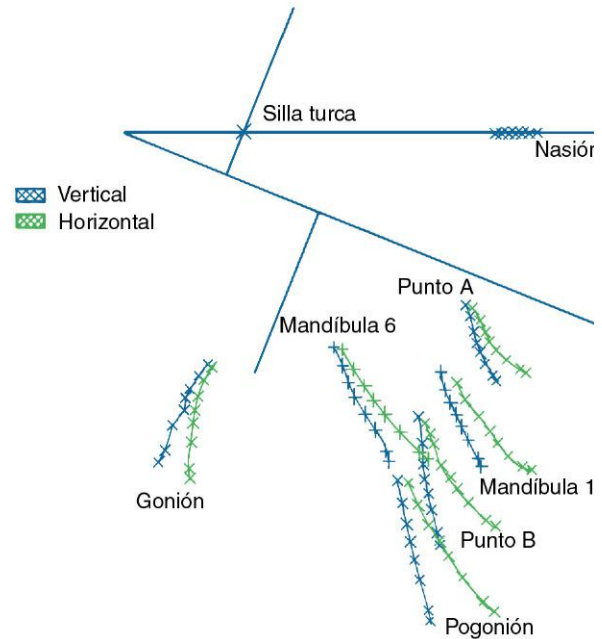


FIGURA 7-23 Este diagrama obtenido a partir de las plantillas del estudio del crecimiento de Burlington (Ontario) muestra la dirección de crecimiento variable de algunas referencias maxilares y mandibulares escogidas. En los registros medios de los pacientes con un patrón de crecimiento vertical u horizontal se aprecia claramente que tanto la dirección como la magnitud del crecimiento en distintos puntos son bastante diferentes, y que el trazado de las personas con el patrón horizontal-vertical habitual representa un diagrama intermedio entre los dos anteriores. Para una mayor exactitud a la hora de predecir el crecimiento sería importante incluir al paciente en el grupo correcto, algo que, por desgracia, puede resultar bastante complicado.

necesario predecir el crecimiento en aquellos niños que presentan una maloclusión esquelética. Su problema se debe a que su crecimiento se ha desviado de la norma, y es probable que ese crecimiento desviado continúe, lo que significa que es muy poco probable que se corrijan las direcciones y los incrementos medios. Por consiguiente, nuestra capacidad para predecir el crecimiento facial es especialmente limitada en aquellos pacientes en los que precisamente sería de mayor utilidad. En estos momentos y en un futuro inmediato, simplemente resulta imposible predecir con exactitud el crecimiento en aquellos niños que más lo necesitan.

Predicción de los resultados del tratamiento: predicción mediante imágenes por ordenador

Actualmente, es posible introducir la información cefalométrica en la memoria de un ordenador digitalizando una serie de puntos sobre el registro cefalométrico. A continuación, se pueden proyectar en ese registro diferentes cambios en las posiciones de los maxilares y los dientes para predecir el resultado del tratamiento. Todos los programas cefalométricos utilizados actualmente permiten superponer el perfil (preferiblemente una imagen digital directa) sobre el registro, de tal manera que médico y paciente pueden visualizar fácilmente los efectos del tratamiento (fig. 7-24).

¿Significa esto que la informatización va a resolver el problema que plantea la predicción del crecimiento? No, ya que simplemente no existen los datos en los que se tendrían que basar los algoritmos

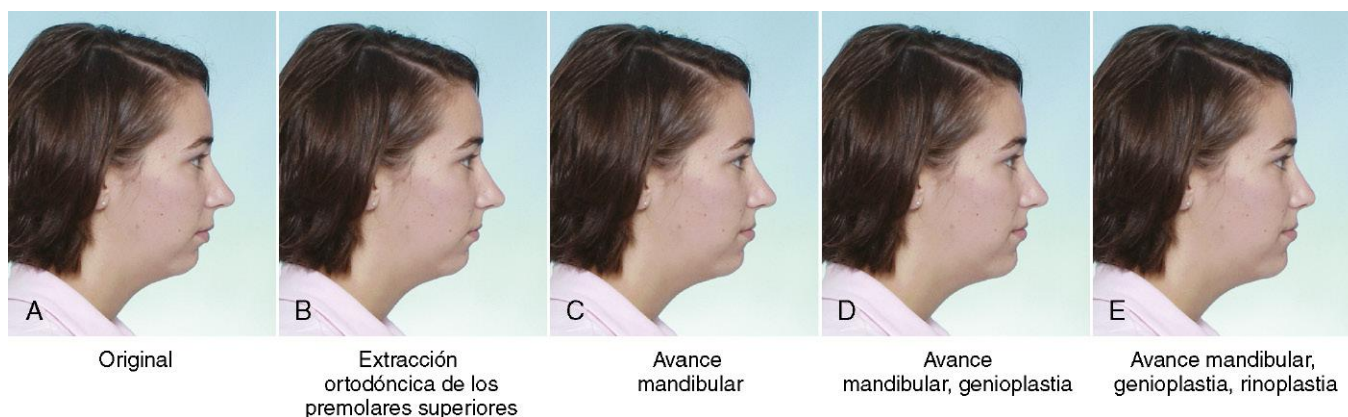


FIGURA 7-24 A-E. La presentación de una simulación por ordenador del perfil tras el tratamiento puede ayudar mucho a los pacientes a comprender las diferencias entre los distintos métodos de tratamiento; en este caso, el perfil probable que se puede obtener mediante el camuflaje ortodóncico de un problema de clase II esquelético o con la cirugía para corregir la relación intermaxilar. Aunque la presentación de estas simulaciones mejora la percepción estética del paciente, no parece que genere unas expectativas muy realistas.

de predicción del crecimiento. Recordemos que los cambios que produce el tratamiento en ausencia de crecimiento son cambios predecibles, pero no sucede lo mismo con los cambios que induce el tratamiento durante el crecimiento. Las imágenes informatizadas de los niños durante la fase de crecimiento resultan tan inexactas como las predicciones basadas en las plantillas utilizadas antiguamente, y aunque pueden ayudar a los padres a comprender los objetivos del tratamiento (v. fig. 7-36), es importante que entiendan que eso es lo que se pretende, y no necesariamente lo que va a suceder. No existe ningún motivo para creer que por el momento podamos realizar con los niños el mismo tipo de predicciones que son posibles en los adultos. En el caso de los adolescentes, las predicciones ocupan un punto intermedio: cuanto menos vayan a crecer en el futuro, más exacta será la predicción, y viceversa.

La respuesta al tratamiento como ayuda a la hora de planificar dicho tratamiento

A la hora de planificar el tratamiento de los niños y los adolescentes surge el problema de cómo reducir la incertidumbre que conlleva el crecimiento. Por ejemplo, ¿qué podemos planificar en el caso de un chico de 12 años, bastante maduro, con un problema de clase II esquelético moderadamente grave? ¿Debemos basarnos en las estimaciones de una predicción por ordenador para tomar la decisión final, ignorando la posibilidad de un error grave? ¿Optar por modificar el crecimiento, con independencia de la incertidumbre del pronóstico? ¿Decidimos por unas extracciones de camuflaje, basándonos en la hipótesis de que esto garantizará el éxito del tratamiento con independencia del crecimiento del paciente? Cada una de estas posturas cuenta con el respaldo de ortodoncistas reputados, y puede representar la mejor solución para algunos pacientes... y un error muy grave en otros casos.

Para limitar la incertidumbre durante la planificación del tratamiento para los niños se puede utilizar la respuesta inicial al tratamiento como ayuda a la planificación, posponiendo la adopción de un plan de tratamiento definitivo hasta que se disponga de alguna experiencia con ese paciente. Este método, que a veces recibe el nombre de *diagnóstico terapéutico*, nos permite evaluar la respuesta al crecimiento y el grado de colaboración del paciente mejor que si nos basamos exclusivamente en nuestras predicciones. Está especialmente indicado en aquellos niños con problemas

esqueléticos de clase II y clase III, pero también puede ser bastante útil en pacientes de clase I con casos de extracción en el límite.

En la práctica, el diagnóstico terapéutico implica un plan de tratamiento conservador (es decir, sin extracciones ni cirugía) en un primer momento, y una nueva evaluación del paciente al cabo de algunos meses con el objeto de determinar la respuesta a dicho tratamiento. Por ejemplo, a un adolescente con maloclusión de clase II esquelética se le puede colocar un aparato funcional o un dispositivo de fuerza extraoral sobre el maxilar superior, utilizando apenas aparatos fijos para mover los dientes en un primer momento, y comprobar si el crecimiento resulta favorable y reduce la discrepancia intermaxilar. Si se observa una respuesta aceptable después de 6-9 meses, se puede mantener ese tratamiento con muchas probabilidades de éxito a largo plazo. Por otra parte, si se observa una respuesta inadecuada (ya sea por la falta de colaboración del paciente o por un crecimiento desfavorable), se puede abandonar el tratamiento de modificación del crecimiento y optar por la cirugía para adelantar el maxilar inferior, o por un tratamiento de camuflaje basado en las extracciones y el uso de un aparato fijo.

En este último caso, el período de evaluación tiene el inconveniente de que el tratamiento puede prolongarse más que si se hubiera optado inicialmente por la cirugía o las extracciones. Su ventaja radica en que permite reducir el número de decisiones incorrectas. Cualquiera que sea el plan de tratamiento elegido, en cualquier fase de cualquier tipo de tratamiento es importante vigilar estrechamente la respuesta del paciente y efectuar los ajustes pertinentes en el plan original para adaptarse a las variaciones en dicha respuesta.

PLAN DE TRATAMIENTO PARA CONSEGUIR EL MEJOR RESULTADO ESTÉTICO

A la hora de planificar el tratamiento, la clave para mejorar el aspecto del paciente radica en un examen clínico muy minucioso del mismo, para poder incorporar a su ficha los datos más importantes relativos a la estética facial y dental. En el capítulo 6 describíamos un método sistemático para evaluar las proporciones faciales (macroes-

tética), la estructura de la sonrisa (miniéstética) y las características dentogingivales (microestética). A continuación, analizamos las diferentes formas de afrontar estos problemas estéticos.

Consideraciones macroestéticas: corrección de las desproporciones faciales

Camuflaje o cirugía

Ya hemos destacado anteriormente la importancia de corregir el aspecto de las desproporciones faciales. Si podemos hacer desaparecer la desproporción facial sin modificar realmente las proporciones intermaxilares subyacentes (lo que, evidentemente, constituye un tratamiento de camuflaje) o cuando menos reducirla y conseguir que ya no suponga ningún problema para el paciente, habremos resuelto satisfactoriamente su problema. En este sentido, el resultado del tratamiento depende de la apreciación del observador. ¿El aspecto facial resulta bastante satisfactorio con el camuflaje o hay que recurrir a la cirugía para conseguir un cambio más apreciable y mejorar la percepción que tiene el paciente de su deformidad? Únicamente el paciente puede responder a esta cuestión.

Dentro de este contexto, las predicciones por ordenador del resultado con y sin cirugía representan un medio importante que puede ayudar al paciente y a sus padres a comprender el proceso (v. fig. 7-24). Dado que solo se pueden comparar los resultados de la cirugía y el camuflaje una vez que prácticamente haya concluido el crecimiento, se elimina la incertidumbre de la predicción del crecimiento. Los datos de un estudio clínico aleatorizado demuestran que los pacientes quirúrgicos valoran favorablemente la mejor comprensión del tratamiento que permiten las predicciones por ordenador, en comparación con aquellos que no han conocido sus predicciones antes de la cirugía, y tienen más probabilidades de sentirse satisfechos con el resultado del tratamiento.²⁰ En este caso, las predicciones demuestran suficiente exactitud para su uso clínico. Actualmente, se permite a los pacientes acceder a las imágenes de su predicción como parte rutinaria de la planificación de la cirugía (v. capítulo 19).

Efectos estéticos de la cirugía ortognática

En toda persona, el envejecimiento se traduce en un aumento de las arrugas faciales; una laxitud de la piel de las mejillas y el cuello, como consecuencia de la pérdida de tejido de los estratos más profundos de la piel, y una disminución de la turgencia labial. Hasta tiempos recientes, la cirugía de *lifting* facial resolvía estos problemas fundamentalmente mediante el estiramiento de la piel. Actualmente, se prefiere optar por «llenar la bolsa», aumentando el volumen en lugar de reducirlo.

Una de las ventajas de la cirugía de avance mandibular (y también, aunque en menor medida, del avance maxilar) radica en que incrementa el volumen y hace que las personas adultas parezcan más jóvenes (fig. 7-25). Las técnicas ortognáticas que reducen el volumen (la retracción mandibular y la reubicación superior del maxilar superior son los mejores ejemplos) permiten mejorar las proporciones faciales, pero pueden hacer que el paciente parezca mayor debido a los efectos que tienen sobre la piel. Por esa razón, casi todos los tratamientos quirúrgicos de clase III incluyen actualmente el avance maxilar, que se combina a menudo con la retracción mandibular en los pacientes prognáticos. El objetivo consiste en corregir la discrepancia intermaxilar sin hacer que el paciente parezca prematuramente viejo.

Cirugía facial estética

En algunos casos, para mejorar el aspecto estético hay que recurrir a la cirugía plástica facial además de utilizar la ortodoncia o la cirugía ortognática (fig. 7-26). La genioplastia (la técnica que con más frecuencia se combina con la ortodoncia) incrementa la estabilidad de los incisivos inferiores y mejora el aspecto facial, por lo que no constituye solo una intervención estética. La rinoplastia resulta especialmente eficaz cuando la nariz está desviada a un lado, presenta una prominencia dorsal muy marcada o tiene una punta bulbosa o deformada. Mediante la colocación de injertos o de implantes aloplásticos subperiósticos es posible mejorar las zonas faciales insuficientes, como la deficiencia paranasal que suele observarse en pacientes con deficiencia maxilar.

En el capítulo 19 se analiza la interrelación entre el ortodoncista y el cirujano durante la cirugía plástica ortognática y facial.

Consideraciones miniestéticas: cómo mejorar la estructura de la sonrisa

El objetivo primordial del tratamiento miniestético consiste en mejorar la sonrisa corrigiendo la relación entre los dientes y los tejidos blandos circundantes durante la misma. A la hora de elaborar una lista de los problemas, nuestro examen debe centrarse en tres aspectos fundamentales de la sonrisa: la relación vertical entre los labios y los dientes, las dimensiones transversales de la sonrisa y el arco de la sonrisa.

Relaciones dentolabiales verticales

Es importante que una sonrisa social deje al descubierto la mayor parte de la corona de los dientes anteriores superiores. Se considera adecuado que el paciente exponga al menos el 75% de la corona al sonreír, y la exposición de toda la corona y de parte de la encía resulta estética y rejuvenecedora, y dentro de unos límites estéticos (v. fig. 6-21 y cuadro 6-4). Obviamente, el tratamiento debe conseguir que los dientes queden en una relación con el labio superior de manera que queden al descubierto al sonreír dentro de estas pautas. A la hora de aplicar estas pautas, conviene tener presente que la exposición dental es mayor en las mujeres.

Cuando la exposición dental resulta insuficiente, la elongación de los dientes superiores mejora la sonrisa, hace que el paciente parezca más joven y, por consiguiente, constituye el tratamiento más indicado. Existen varias opciones para conseguirlo, y la elección dependerá de los demás problemas del paciente. En un tratamiento exclusivamente ortodóncico se puede considerar la extrusión con arcos de alambre; el uso juicioso de elásticos de clase II, para aprovechar su tendencia a rotar el plano oclusal en sentido anteroinferior, y el uso de elásticos verticales anteriores. El descenso anteroinferior del maxilar superior durante su avance quirúrgico permite mejorar el aspecto estético de la sonrisa, especialmente en pacientes con deficiencia maxilar (fig. 7-27).

Una exposición excesiva de las encías superiores al sonreír requiere una evaluación muy minuciosa, ya que el labio superior tiende de forma natural a elongarse con la edad. Lo que puede parecer un exceso de exposición gingival al comenzar la adolescencia puede resultar casi perfecto al cabo de algunos años (v. fig. 4-26). Actualmente, existen tres tratamientos posibles para corregir la exposición gingival excesiva como consecuencia de una relación dentoalveolar incorrecta: la intrusión de los incisivos superiores mediante aparatos de



FIGURA 7-25 El avance quirúrgico del maxilar inferior tensa la piel alrededor del mismo, reduciendo las arrugas alrededor y por debajo del mentón, lo que hace que los pacientes parezcan más jóvenes. **A-C.** A los 48 años, antes de un tratamiento de proclinación de los incisivos centrales superiores para producir resalte, y el posterior avance del maxilar inferior. **D-F.** A los 51 años, 1 año después de haber completado el tratamiento.

arco segmentado, la intrusión mediante un anclaje esquelético temporal y la cirugía ortognática para elevar el maxilar superior. Con todos estos métodos es posible acentuar la intrusión de los dientes anteriores, algo que, por supuesto, hace que la sonrisa resulte menos atractiva y que el paciente parezca mayor. En algunos pacientes, un desarrollo excesivo de las encías puede contribuir a la exposición excesiva inicial; en tales casos, se puede remodelar la encía para conseguir unas coronas de altura normal como parte importante del tratamiento para corregir el problema. Gracias a la cirugía con láser (v. a con-

tinuación), esto resulta mucho más sencillo y oportuno que en otros tiempos.

Dimensiones transversales de la sonrisa

A menudo se usa como un cumplido la expresión «ella tiene una sonrisa amplia y afable». ¿Qué significa esto exactamente? En pacientes con arcadas estrechas o colapsadas, la sonrisa puede parecer también estrecha, lo que resulta menos atractivo. Durante el examen diagnóstico de la estructura de la sonrisa (v. capítulo 6) se analiza la anchura de los corredores bucales. La



FIGURA 7-26 Existen bastantes posibilidades de combinar la rinoplastia con la cirugía ortognática, y la corrección de una deformidad nasal puede constituir un buen medio auxiliar para mejorar el aspecto conseguido con la cirugía maxilofacial contemporánea. **A y B.** Fotografías oblicua y de perfil obtenidas antes del tratamiento. El problema de clase III esquelético de este hombre consistía fundamentalmente en una deficiencia del maxilar superior, acompañada de una anomalía anatómica del puente de la nariz, una base nasal muy ancha y una punta de la nariz grande y bulbosa. **C y D.** Fotografías oblicua y de perfil obtenidas tras el avance del maxilar superior y la rinoplastia. La mejora de la nariz se complementa muy bien con la mejor proyección del maxilar superior.

expansión transversal de la arcada superior reduce la anchura del corredor bucal y mejora el aspecto de la sonrisa si dicho corredor presentaba una anchura excesiva antes del tratamiento (fig. 7-28). Los prostodoncistas saben perfectamente que una prótesis demasiado ancha, que oblitere el corredor bucal, resulta antiestética. Una expansión excesiva de la dentición natural puede producir el mismo aspecto antinatural de los dientes; por consiguiente, la expansión transversal no es la solución en todos

los casos, aunque actualmente los observadores profanos suelen considerar que una sonrisa con un corredor de anchura mínima resulta más estética.²¹

¿Deberíamos conseguir esto únicamente mediante la expansión dental o abriendo la sutura palatina media? Eso dependerá del grado de expansión que se requiera para satisfacer los otros objetivos de oclusión adecuada y estabilidad a largo plazo. A la hora de ensanchar una arcada estrecha (especialmente en



FIGURA 7-27 Una exposición insuficiente de los dientes superiores altera el aspecto de la sonrisa, y el aumento de la exposición de los incisivos en tales casos la mejora. **A.** Antes del tratamiento, la paciente se quejaba fundamentalmente de su aspecto facial. Aunque tradicionalmente su caso se clasificaría como un problema de clase III esquelética leve por deficiencia del maxilar superior, su principal preocupación (con toda la razón) era el aspecto que tenía de frente, más que de perfil. **B.** Después del tratamiento para adelantar el maxilar superior y rotarlo en sentido anteroinferior para incrementar la exposición de los incisivos.



FIGURA 7-28 En los pacientes con corredores bucales muy amplios, la expansión transversal del maxilar superior permite mejorar la estética de la sonrisa. **A.** A los 12 años de edad, antes del tratamiento. **B.** A los 15 años, después del tratamiento ortodóncico con ensanchamiento de la arcada superior.

un adulto) es importante considerar la inclinación axial de los segmentos bucales. Los pacientes con dientes posteriores vestibulizados lateralmente no son buenos candidatos para la expansión dental.

El arco de la sonrisa

Para conseguir y mantener un arco de sonrisa adecuado hay que tener esto en cuenta a la hora de colocar brackets en los dientes. Tradicionalmente, las pautas para la colocación de los brackets se han basado en las mediciones desde el borde incisal, de tal manera que el bracket para el incisivo central se coloca aproximadamente en la línea media de la corona clínica, el bracket para el incisivo lateral unos 0,5 mm más cerca del borde incisal que en el incisivo central, y el bracket para el canino unos 0,5 mm más apical. De este modo, se logra colocar los dientes en una relación muy estética, tal como aparecerían en un montaje de prótesis, sin tener en cuenta la relación dentolabial vertical que preferiría potenciar el prostodoncista. Puede que el resultado no sea compatible con el mejor aspecto de los dientes al sonreír, ya que no se ha tenido en cuenta el arco de la sonrisa. Investigaciones recientes parecen indicar que el arco de la sonrisa es más importante que el espacio del corredor bucal a la hora de determinar el atractivo de la sonrisa.²²

¿Qué habría que cambiar al colocar los brackets para poder conseguir el mejor arco de sonrisa? El problema habitual consiste en que el arco de sonrisa es demasiado plano (v. fig. 6-24). En tal caso, podemos poner los brackets de los incisivos centrales superiores en una posición más gingival para acentuar el arco de la dentición, acercarlos más al labio inferior y conseguir un arco de sonrisa más en consonancia (fig. 7-29). Si el arco de sonrisa sufriera algún otro tipo de distorsión, la solución consistiría en colocar los brackets para compensarla alterando las posiciones de los dientes. Evidentemente, si el arco reducido se hubiera aplanado durante el tratamiento, otra forma de corregirlo sería incluyendo dobleces escalonados en el arco de alambre. Este tipo de compensación puede resultar necesaria en los candidatos a la cirugía ortognática y también en pacientes que se van a someter únicamente a tratamiento ortodóncico.

Simetría de la sonrisa

En ocasiones, al paciente le preocupa mucho la asimetría de su sonrisa. Es posible que esto se deba a que los dientes han erupcionado más o las coronas tienen una longitud diferente en uno de los lados; en tal caso, el plan de tratamiento debe incluir la reubicación de los dientes o la remodelación de los contornos gingivales. No obstante, en muchos casos el labio asciende más por un lado al sonreír; esta es una característica innata que no puede corregirse, y que produce la impresión de que la dentición superior está inclinada, cuando en realidad es totalmente simétrica. Cuando un paciente se queja de una sonrisa asimétrica, este aspecto se convierte en una parte importante del consentimiento informado: el paciente debe comprender que el tratamiento no modificará el movimiento asimétrico de sus labios.

Consideraciones microestéticas: cómo mejorar el aspecto de los dientes

Podemos clasificar los planes para tratar los problemas directamente relacionados con el aspecto de los dientes en tres categorías

fundamentales: 1) remodelación de los dientes para modificar las proporciones dentales y/o corregir los «triángulos negros» entre los dientes; 2) preparación ortodóncica para restauraciones para reponer la estructura dental perdida y corregir los problemas de tono y color de los dientes, y 3) remodelación de la encía.

Remodelación de los dientes

En muchos casos resulta deseable remodelar ligeramente los bordes incisales de los dientes anteriores para eliminar mamelones o igualar bordes irregulares dejados por traumatismos leves. Cuando se prevea una remodelación leve, habrá que tenerla en cuenta al colocar los brackets, y puede que sea más fácil llevarla a cabo antes de iniciar el tratamiento con aparatos fijos.

Modificación de las proporciones dentales. Es necesario realizar cambios importantes en las proporciones dentales fundamentalmente cuando un diente tiene que sustituir a otro; el caso más frecuente es el de la sustitución de los incisivos laterales superiores por los caninos superiores debido a la ausencia congénita de los primeros. Cuando falta un incisivo lateral, el tratamiento consiste siempre en cerrar el espacio y sustituir el canino o en sustituir el diente ausente por un implante solitario o un puente fijo. El cierre del espacio y la remodelación del canino para que parezca un incisivo lateral pueden proporcionar un resultado estético excelente, incluso superior al de un implante a largo plazo.

En la figura 7-30 se muestra la técnica para remodelar un canino. Hay que suprimir bastante esmalte vestibular, oclusal, interproximal y lingual. En algunos casos, hay que reconstruirlo con composite o laminados cerámicos para conseguir un color dental adecuado.

No obstante, la sustitución del canino proporciona mejores resultados cuando la arcada dental presenta algún tipo de apiñamiento y puede impedir una oclusión excelente y una sonrisa estética si al cerrar el espacio del incisivo lateral los incisivos centrales quedan muy retraídos. En tales casos, la mejor forma de preparar esa zona para un implante eventual consiste en intentar que el canino permanente erupcione hacia la posición del incisivo lateral, de manera que se forme hueso alveolar en la zona del diente ausente, y después desplazar distalmente el canino para proporcionarle espacio a un posible implante.²³ El implante no debe colocarse hasta que casi haya concluido el crecimiento vertical, a finales de la adolescencia (v. en el capítulo 18 un análisis más detallado de este aspecto tan importante).

Corrección de triángulos negros. La mejor manera de reducir o eliminar los espacios que quedan entre los dientes por encima de los puntos de contacto (y que resultan muy antiestéticos si no se llenan con una papila interdental) consiste en suprimir esmalte en el punto de contacto para poder aproximar los dientes (v. fig. 6-29). Se puede eliminar todo o casi todo ese espacio desplazando la zona de contacto en sentido apical. Sin embargo, al hacerlo conviene extremar las precauciones para no alterar la relación proporcional entre los dientes y, si es posible, debe mantenerse la progresión de las alturas de los puntos de conexión (v. más adelante). Clínicamente, esto significa que si estrechamos los incisivos centrales puede que también tengamos que estrechar ligeramente los incisivos laterales y desplazar su zona de contacto en sentido apical para mantener un aspecto dental adecuado.



FIGURA 7-29 El arco de la sonrisa es el factor fundamental en el aspecto estético de la misma. **A y B.** Fotografía de cara completa y primer plano de la sonrisa antes del tratamiento. Se puede apreciar el arco de sonrisa plano y la exposición insuficiente de los incisivos superiores. **C y D.** Un año después, tras el tratamiento ortodóncico (sin cirugía ortognática). La mejora del aspecto facial se debe fundamentalmente a que los dientes superiores sustentan mejor el arco labial, con lo que se han reducido los pliegues paranasales y se ha conseguido un arco de sonrisa correcto.



FIGURA 7-30 Tratamiento para remodelar un canino superior que tiene que sustituir a un incisivo lateral superior ausente (**A** y **B**); los pasos consisten en reducción interproximal (**C**), aplanamiento de la punta (**D**), aplanamiento de la superficie vestibular (**E**), reducción del grosor del cíngulo (**F**) y redondeado de las esquinas de la corona aplanada (**G**). En ese momento, se puede colocar un bracket lateral en el canino durante el tratamiento ortodóncico. Si el borde gingival del canino es visible, se puede bajar elongando el diente e incrementando la reducción gingival. También se puede mejorar el aspecto remodelando la encía sobre el primer premolar que va a sustituir al canino. **H**. Se puede ver que se ha remodelado el borde gingival del primer premolar (con un láser de diodos) para que se parezca más a un canino. **I**. La sonrisa al término del tratamiento.



FIGURA 7-31 Se pueden emplear carillas de porcelana para corregir tanto el color como el contorno de los dientes tras un tratamiento de sustitución de los caninos. **A y B.** Aspecto de los dientes en una fotografía de la cara al sonreír y en un primer plano. Obsérvense las reconstrucciones de los caninos usadas para llenar el espacio dejado por la ausencia congénita de los incisivos laterales superiores. **C y D.** Aspecto tras el cierre de los espacios y la colocación de las carillas laminadas para los dientes anteriores superiores. Entre las cosas que pueden corregirse con carillas laminadas cabe destacar la longitud de los dientes para que queden adecuadamente al descubierto al sonreír.

Interacción entre el ortodoncista y el odontólogo restaurador

Si los dientes son pequeños o si es necesario mejorar el color o el aspecto de los mismos mediante odontología restauradora, durante el tratamiento ortodóncico habrá que colocarlos de manera que alcancen un tamaño y una posición normales tras las restauraciones. En la práctica contemporánea, las restauraciones consisten en aplicaciones de composite o en laminados cerámicos; estos últimos se usan fundamentalmente cuando conviene modificar el color y el tono del diente además del tamaño de la corona (fig. 7-31).

El ortodoncista y el odontólogo restaurador pueden interactuar de dos maneras. La primera consiste en planificar minuciosamente el lugar donde hay que colocar los dientes, poner un retenedor fabricado al vacío inmediatamente después de retirar el aparato ortodóncico que el paciente utiliza de forma ininterrumpida, y derivar al paciente al odontólogo restaurador para que este complete su tratamiento. Inmediatamente después de haber completado las restauraciones, es necesario colocar un nuevo retenedor. Esto presenta dos ventajas: se puede programar el tratamiento restaurador a nuestra conveniencia tras la conclusión del tratamiento

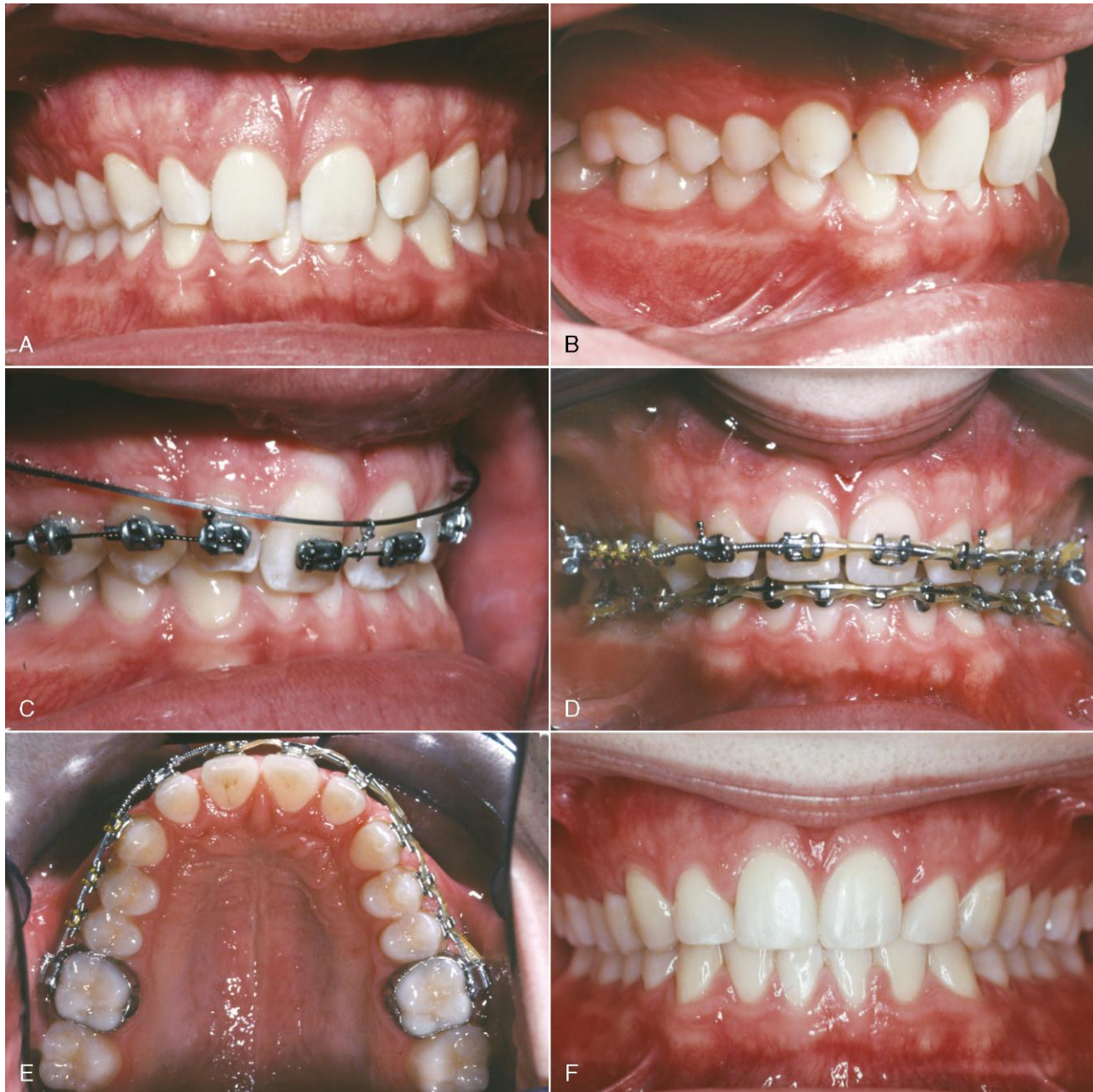


FIGURA 7-32 A y B. Este paciente se quejaba del aspecto de sus incisivos superiores. Los incisivos centrales eran alargados y bastante enderezados; los incisivos laterales eran pequeños, y el exceso de espacio formaba un diastema en la línea media del maxilar superior. C. Arco de alambre de intrusión para los incisivos centrales. D y E. Después de la intrusión y la separación de los incisivos para poder reconstruir los incisivos laterales. F. Al término del tratamiento ortodóncico y restaurador.

ortodóncico, y se dispone de tiempo para que desaparezca la inflamación gingival que pueda haber causado el tratamiento ortodóncico. También tiene algunos inconvenientes: se requiere la máxima colaboración por parte del paciente para poder mantener la separación exacta para unas restauraciones idóneas, de manera que el movimiento de los dientes puede comprometer el tratamiento restaurador y los dientes presentan un aspecto antiestético hasta que se completa dicho tratamiento.

Otra posibilidad (especialmente cuando se prevé utilizar composite en vez de laminados) consiste en que el ortodoncista abra deliberadamente un espacio algo mayor de lo que el odontólogo restaurador necesita para dejar los dientes al tamaño adecuado, retirar los brackets de los dientes que haya que restaurar, derivar inmediatamente al paciente al odontólogo restaurador, reponer los brackets el mismo día en que este complete la restauraciones y cerrar cualquier espacio residual antes de retirar el aparato ortodóncico (fig. 7-32). Esto tiene

la ventaja de que no compromete el tratamiento restaurador, pero también tiene el inconveniente de que obliga a coordinar minuciosamente las sesiones terapéuticas.

Remodelación del contorno gingival: aplicaciones del láser para tejidos blandos

Para que los dientes tengan un aspecto estético adecuado hay que eliminar el exceso de encía que cubre la corona clínica y corregir los contornos gingivales. Actualmente, este tipo de tratamiento se puede realizar satisfactoriamente utilizando un láser de diodos (v. fig. 7-40). A diferencia de los láseres de dióxido de carbono (CO₂) o de itrio-aluminio-granate dopado con erbio (Er-YAG), que también se utilizan actualmente en odontología, el láser de diodos presenta dos ventajas fundamentales: 1) no corta los tejidos duros y, por consiguiente, no se corre el riesgo de dañar los dientes o el hueso alveolar durante la remodelación gingival, y 2) crea un «apósito biológico» ya que coagula, esteriliza y sella los tejidos blandos mientras actúa. No hay sangrado, no se precisa ningún otro apósito y no se necesita un tiempo de espera para que cicatrice la herida.

En el capítulo 16 se describe más detalladamente el uso de un láser para tejidos blandos como parte de las técnicas de acabado.

PLAN DE TRATAMIENTO ORTODÓNCICO GLOBAL

Fases del plan de tratamiento global

El resto de este capítulo se dedica al tratamiento global durante la adolescencia o en etapas posteriores, una vez que están presentes los dientes permanentes, al menos durante la última parte del período de tratamiento. En el capítulo 11 se describe el plan de tratamiento durante el período de dentición mixta para evitar que aparezcan problemas posteriores o que estos se acentúen, y en los capítulos 12 y 13 se explica el plan de tratamiento dental y esquelético más complejo de aquellos niños que probablemente necesiten un tratamiento global más adelante.

En cualquier fase del tratamiento, el diagnóstico ortodóncico nos proporciona una lista completa de los problemas del paciente. Aunque pueden detectarse muchos problemas patológicos posibles, si utilizamos las cinco características de maloclusión para estructurar la lista de problemas, esta se limitará a un máximo de cinco problemas fundamentales del desarrollo. La mayoría de los pacientes no experimentarán tantos. Al elaborar la lista de problemas, podemos y debemos agrupar los hallazgos relacionados con la maloclusión de acuerdo con el sistema de clasificaciones para facilitar el plan de tratamiento. Una lista con demasiados problemas solapados solo genera confusión.

El objetivo del tratamiento consiste en abordar los problemas del paciente de tal manera que este se pueda beneficiar plenamente de dicho tratamiento, y no solo en enderezar los dientes. Conviene tener siempre presente este objetivo y emplear una secuencia lógica desde la lista de problemas hasta el plan definitivo. En la figura 7-1 se ilustra la secuencia de los pasos a seguir. A continuación, vamos a analizar esta secuencia y su base lógica, mientras desarrollamos el plan de tratamiento para la paciente cuyo proceso diagnóstico se describía en el capítulo 6

CUADRO 7-1

PACIENTE F. P.: LISTA DE PROBLEMAS (DIAGNÓSTICO)

En el orden en que aparecieron en la secuencia de evaluación

- Gingivitis leve, hiperplasia gingival leve
- Hipoplasia de la zona premolar izquierda del maxilar superior
- Deficiencia mandibular
- Incisivos superiores inclinados lingualmente, de coronas cortas
- Apiñamiento moderado de los incisivos superiores
- Segmentos bucales de clase II, resalte mínimo
- Mordida profunda, erupción excesiva de los incisivos inferiores

(v. figs. 6-75 a 6-78). En el cuadro 7-1 repetimos la lista de sus problemas (diagnóstico).

Problemas patológicos o del desarrollo

Es muy importante comprender que el paciente no tiene que gozar de una salud perfecta para poder recibir tratamiento ortodóncico, aunque es necesario controlar cualquier problema que guarde relación con su enfermedad y patología (es decir, hay que detener la progresión de cualquier trastorno agudo o crónico). Por este motivo, hay que abordar los problemas patológicos antes de iniciar el tratamiento de los problemas ortodóncicos (del desarrollo). Por consiguiente, en la secuencia del tratamiento, el ortodóncico debe comenzar después del control de la patología sistémica, la enfermedad periodontal y la caries.

El primer paso en el plan de tratamiento consiste en diferenciar entre los problemas patológicos y los del desarrollo (ortodóncicos) (fig. 7-33). Aun cuando los problemas patológicos sean poco importantes, como cabría esperar en los adolescentes sanos (que representan la mayor parte de los pacientes ortodóncicos), no deben ignorarse en el plan de tratamiento. En el caso de un paciente habitual de este tipo, el plan de tratamiento para los problemas patológicos incluiría una serie de instrucciones para la higiene oral y el control de la salud gingival durante el tratamiento ortodóncico. Podrían incluirse otras medidas para problemas concretos, como en la paciente de nuestro ejemplo (cuadro 7-2). En el caso de los pacientes con problemas patológicos más complejos, el plan de tratamiento incluye a menudo la intervención de otro profesional médico o dental antes del inicio del tratamiento ortodóncico.

La salud periodontal constituye un factor importante, especialmente en los pacientes mayores, y en muchos casos hay que colaborar con un periodoncista para planificar y llevar a cabo el tratamiento ortodóncico más apropiado. Conviene tener en cuenta dos aspectos importantes: 1) es probable que, en caso de enfermedad periodontal activa, el tratamiento ortodóncico acelere el proceso patológico, por lo que es fundamental controlar el trastorno periodontal antes de iniciar la ortodoncia, pero 2) en ausencia de patología activa, aun cuando se haya producido una pérdida ósea significativa con anterioridad, un tratamiento ortodóncico cuidadoso no agrava la pérdida ósea y puede facilitar otras formas de tratamiento dental, como la odontología restauradora, la prostodoncia y la cirugía periodontal.

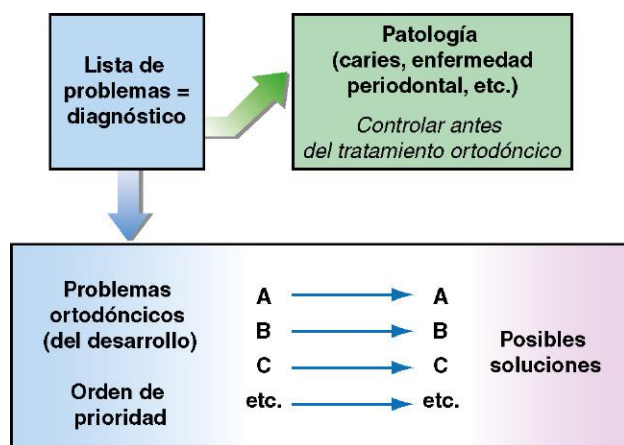


FIGURA 7-33 El último paso de la evaluación diagnóstica de los posibles pacientes ortodóncicos consiste en diferenciar entre los problemas patológicos y del desarrollo; el primer paso del plan de tratamiento consiste en considerar el posible tratamiento de los problemas patológicos. Es necesario controlarlos antes de iniciar el tratamiento ortodóncico, no porque sean necesariamente más importantes, sino porque el tratamiento ortodóncico en presencia de un proceso activo puede acentuar dicha patología. Después, el primer paso y más importante para elaborar un plan de tratamiento ortodóncico consiste en enumerar los problemas ortodóncicos (del desarrollo) por orden de prioridad, de tal manera que se puedan considerar las posibles soluciones a cada uno de los problemas desde la perspectiva de lo que es más importante para este paciente.

Prioridades en la lista de problemas ortodóncicos

Lo más importante de todo el proceso de planificación del tratamiento es establecer una orden de prioridad en los problemas ortodóncicos (del desarrollo) del paciente (fig. 7-34). En beneficio del paciente, hay que identificar sus problemas más importantes y orientar el plan de tratamiento hacia lo que tiene mayor importancia para él. A la hora de establecer esas prioridades es muy importante averiguar cómo percibe el paciente sus problemas.

Al odontólogo le cuesta mucho no imponer sus propias opiniones en este momento, y tampoco es totalmente inapropiado que lo haga; pero si ignora el motivo de queja principal del paciente puede incurrir en errores muy graves al planificar su tratamiento. Por ejemplo, consideremos el caso de un paciente que se queja de un mentón prominente y tiene una maloclusión de clase III. Si el odontólogo formula el problema como una maloclusión de clase III y se centra en recolocar los dientes en la oclusión correcta, ignorando la prominencia del mentón, es muy probable que el paciente no se sienta muy satisfecho con el resultado del tratamiento. En el plan de tratamiento no se ha tenido en cuenta el problema del paciente.

El odontólogo no tiene que coincidir siempre con lo que el paciente considera inicialmente que es más importante. De hecho, a menudo es necesario informar al paciente sobre la naturaleza de sus problemas. Pero es necesario comentar la importancia de los diferentes problemas, y nunca se debe obtener el consentimiento informado para el tratamiento si el paciente no coincide en que el plan de tratamiento se centra en lo que él mismo desea. En el cuadro 7-3 mostramos las prioridades en el caso de la paciente de nuestro ejemplo.

CUADRO 7-2

PACIENTE F. P.: PROBLEMAS PATOLÓGICOS/PLAN	
• Gingivitis leve	<i>Instrucciones para mejorar la higiene</i>
• Zona hipoplásica, primer premolar izquierdo superior	<i>Restaurar al término del tratamiento ortodóncico</i>

CUADRO 7-3

PACIENTE F. P.: LISTA DE PROBLEMAS POR ORDEN DE PRIORIDAD
<i>Provisional: a la espera de la interacción con el progenitor/paciente</i>
• Incisivos superiores mal alineados y antiestéticos
• Clase II esquelética, resalte excesivo: deficiencia mandibular
• Mordida profunda anterior: erupción excesiva de los incisivos inferiores

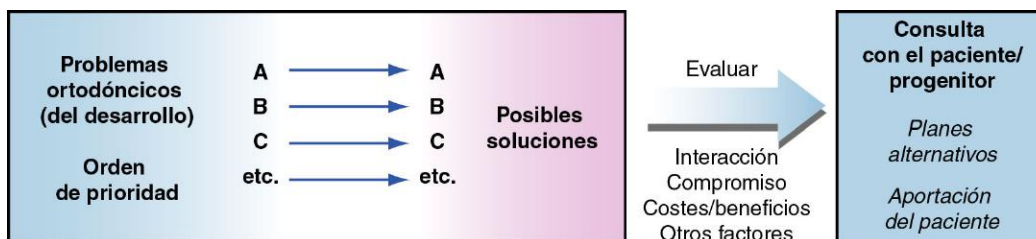


FIGURA 7-34 Las posibles soluciones para los problemas prioritarios del paciente deben evaluarse desde varias perspectivas importantes: interacción entre las diferentes soluciones, compromiso de modificar los objetivos del tratamiento para adaptarse a las necesidades del paciente, análisis de costes/beneficios, y otros factores pertinentes.

CUADRO 7-4

PACIENTE F. P.: POSIBLES SOLUCIONES

Incisivos superiores mal alineados y antiestéticos

- *Alinear, aplicar torsión sobre la raíz lingual, reducir el resalte y la sobremordida*
- *¿Suprimir el exceso de encía?*

Clase II esquelética

Modificar el crecimiento: crecimiento anterior diferencial del maxilar inferior

- *¿Casquete?*
- *¿Aparato de Herbst?*
- *Si el crecimiento no es favorable: ¿camuflaje ortodóncico? ¿Cirugía ortognática?*

Mordida profunda anterior

- *Intrusión absoluta: si es necesario, solo para los incisivos inferiores*
- *Intrusión relativa: permitir la erupción de los molares inferiores durante el crecimiento vertical del maxilar inferior, impedir una mayor erupción de los incisivos inferiores*

Factores que influyen en la evaluación de las posibilidades de tratamiento

El paso siguiente en el proceso de planificación consiste en enumerar las posibilidades de tratamiento para cada uno de los problemas, empezando por el problema prioritario. En esta fase se analiza cada uno de los problemas por separado y, por el momento, se examinan las posibles soluciones como si este fuera el único problema que tuviera el paciente. En este momento se analizan las posibilidades generales, no los detalles del tratamiento (cuadro 7-4). Cuanto más compleja sea la situación en general, más importante resulta asegurarse de que no se pasa por alto ninguna posibilidad.

Conforme seguimos desarrollando el plan de tratamiento para la paciente de nuestro ejemplo, es inevitable que surjan referencias a aspectos del tratamiento que todavía no hemos presentado en el texto. Instamos a aquellas personas que leen este libro por primera vez a seguir el proceso lógico, en lugar de concentrarse en detalles que se comentarán más detalladamente en capítulos posteriores.

Consideremos en primer lugar las posibles soluciones para el problema más importante de esta paciente: la sonrisa antiestética y el aspecto de los incisivos superiores. Para corregir

este problema habrá que alinear los dientes, pero no se puede lograr una relación adecuada entre los dientes anteriores hasta haber reducido el resalte y corregido la mordida profunda. Por consiguiente, únicamente podemos elegir la mejor solución para el primer problema después de haber considerado el resultado de las posibles soluciones para el resalte y la sobremordida.

Como ya hemos señalado anteriormente, la relación intermaxilar de clase II y el resalte tienen tres tratamientos posibles (fig. 7-35): 1) crecimiento anterior diferencial del maxilar inferior, una solución ideal cuando es factible; 2) camuflaje ortodóncico, mediante retracción de los incisivos superiores y proclinación de los incisivos inferiores para conseguir que los dientes encajen entre sí aunque los maxilares no lo hagan, o 3) cirugía ortognática para corregir la posición de los maxilares. Dado que nuestra paciente no ha iniciado todavía el estirón puberal, la primera posibilidad sería la modificación del crecimiento, quedando el camuflaje y la cirugía como posibles alternativas si dicha modificación no diera resultado.

Para la modificación del crecimiento de clase II se pueden emplear diferentes métodos, que se describen detalladamente en el capítulo 13. En este caso, el crecimiento anterior diferencial del maxilar inferior, manteniendo al mismo tiempo el control vertical de los dientes posteriores superiores y desplazando los incisivos superiores en sentido descendente y vestibular, incrementaría la exposición de los incisivos superiores y la prominencia del mentón (fig. 7-36). Los dos medios más eficaces para conseguir este objetivo serían un casquete de tiro alto o un aparato funcional fijo, como el aparato de Herbst. Es muy probable que el aparato funcional adelantara los incisivos inferiores, un efecto indeseable en este caso, por lo que sería preferible utilizar el casquete si la paciente lo aceptara.

Existen también tres maneras de corregir la sobremordida anterior (fig. 7-37): 1) la intrusión absoluta de los incisivos superiores e inferiores, acercando sus ápices radiculares a la nariz y al borde mandibular inferior, respectivamente; 2) intrusión relativa de los incisivos, manteniéndolos en su posición mientras crece el maxilar inferior y erupcionan los dientes posteriores, y 3) extrusión de los dientes posteriores, lo que haría notar el maxilar inferior en sentido posteroinferior. En términos de movimiento dental, la intrusión relativa de los incisivos y la extrusión de los dientes posteriores resultan equiparables. La diferencia radica en si el crecimiento vertical de la rama mandibular compensa el aumento de la altura molar (es decir, si el ángulo del plano mandibular se mantiene [intrusión relativa] o aumenta al rotar el maxilar inferior en sentido posteroinferior [extrusión]).

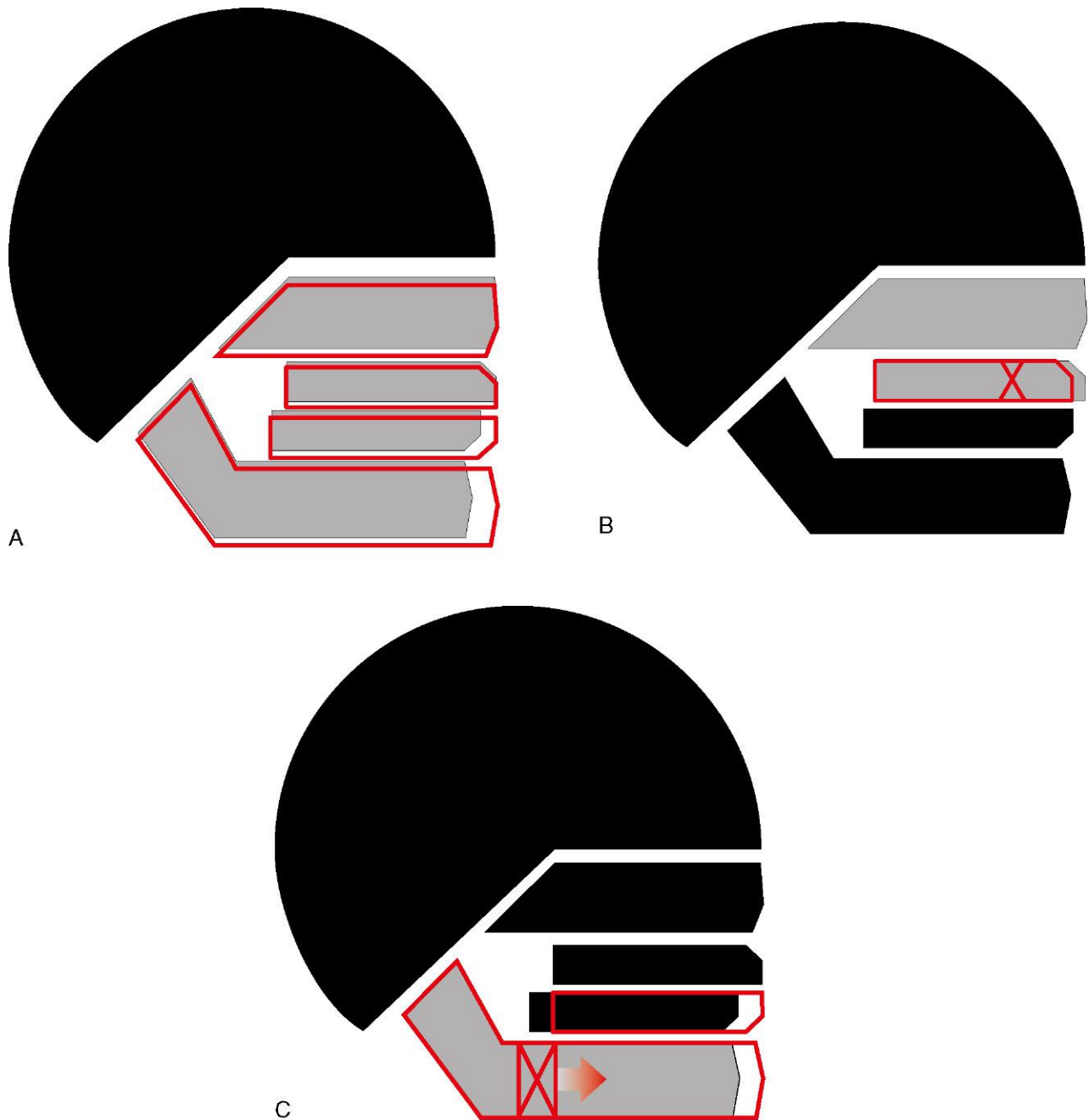


FIGURA 7-35 La corrección de un problema de clase II esquelético incluye las siguientes posibilidades. **A.** Crecimiento anterior diferencial del maxilar inferior, que representa el método ideal cuando el paciente no ha experimentado todavía el estirón puberal. **B.** Camuflaje mediante la retracción de los incisivos superiores, que puede proporcionar resultados bastante satisfactorios si lo permiten los otros rasgos faciales. **C.** Cirugía ortognática para adelantar el maxilar inferior a una relación normal. El camuflaje y la cirugía son las únicas posibilidades cuando el paciente ya no va a crecer más.

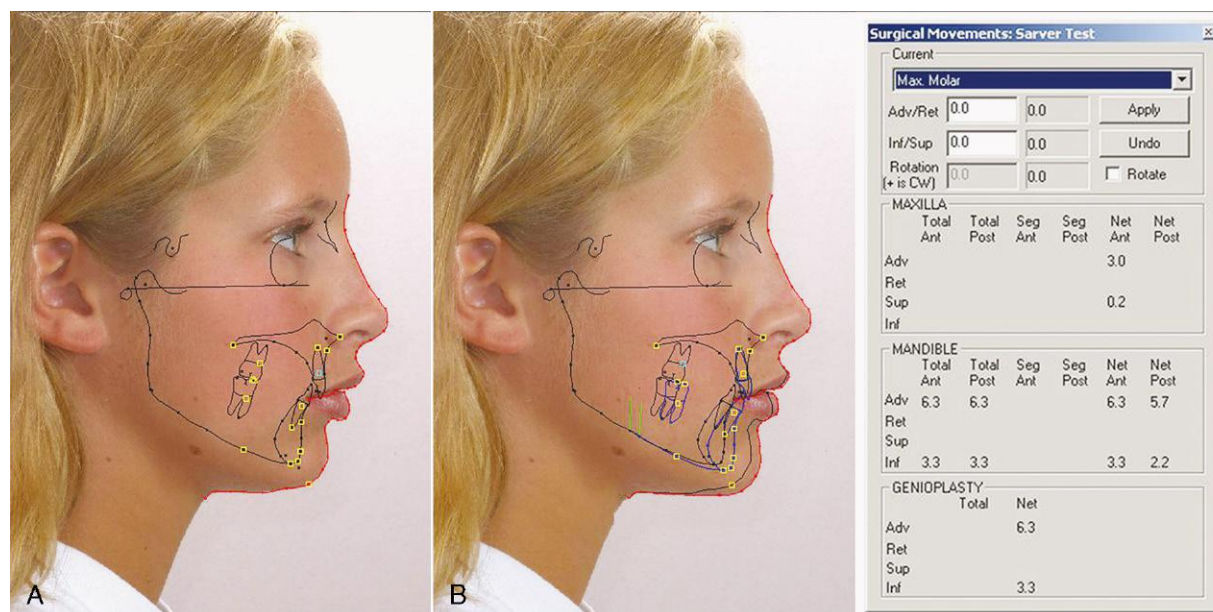


FIGURA 7-36 Las predicciones por ordenador de los pacientes en crecimiento suelen ser bastante inexactas debido a la dificultad para predecir el crecimiento pero, no obstante, pueden ayudarnos a que el paciente y sus padres entiendan mejor lo que pretendemos conseguir. **A.** Paciente F. P., superposición cefalométrica sobre una imagen facial de perfil, realizada con el sistema de imágenes Orthotrac. **B.** Predicción del tratamiento de avance del maxilar inferior, manteniendo el maxilar superior en su posición e inclinando vestibularmente y alargando los incisivos superiores. Un adolescente puede cooperar mejor durante su tratamiento si entiende exactamente lo que se pretende y los efectos beneficiosos que se pueden conseguir, y las imágenes de los cambios en su propio rostro son más fáciles de comprender que las descripciones con palabras, las fotografías de otros pacientes u otro material informativo general.

En el caso de una niña inmadura de 12 años como nuestra paciente, cabe esperar un cierto crecimiento vertical, por lo que la intrusión relativa sería el método preferible. Cabe destacar que, en ausencia de crecimiento, al nivelar las arcadas mediante la extrusión de los dientes posteriores el maxilar inferior rotaría hacia abajo y hacia atrás, acentuando una tendencia de clase II (fig. 7-38), lo que sería muy poco deseable en este caso. Se podría controlar la posición vertical de los dientes posteriores superiores, de manera que pudiera aprovecharse en gran medida el espacio vertical intermaxilar creado por el crecimiento para elongar los molares inferiores, lo que facilitaría la nivelación mediante la intrusión relativa. Por consiguiente, el casquete de tiro alto que parece ser la mejor opción para el problema de clase II esquelético facilitaría también la corrección de la mordida profunda, siempre que se combinase con un aparato fijo para nivelar la arcada inferior.

A menudo, una misma lista de problemas con unas prioridades muy diferentes da lugar a un plan de tratamiento también diferente. En esta paciente, si consideráramos que la maloclusión

de clase II representa el problema fundamental y no concediéramos mayor importancia a la relación entre los incisivos superiores y el labio y la encía, podríamos optar por el camuflaje de clase II como tratamiento más eficaz. Unos elásticos de clase II, con o sin extracción de los premolares, corregirían la maloclusión pero podrían deteriorar el aspecto dental y facial en lugar de mejorarlo.

En esta fase del plan de tratamiento, nuestro objetivo consiste en asegurarnos de que no pasamos por alto ninguna posibilidad razonable. Es muy fácil pensar que «para este problema, nosotros siempre...» En ocasiones puede ser mejor un método alternativo, pero lo podemos pasar por alto a menos que nos esforcemos por mantener una mentalidad abierta. En el caso de esta paciente, si no es prioritario obtener una relación adecuada entre los tejidos blandos y los incisivos superiores, es probable que el tratamiento no proporcione un resultado óptimo.

A continuación, debemos considerar otros cuatro factores que tienen importancia a la hora de evaluar las posibilidades de tratamiento (fig. 7-39).

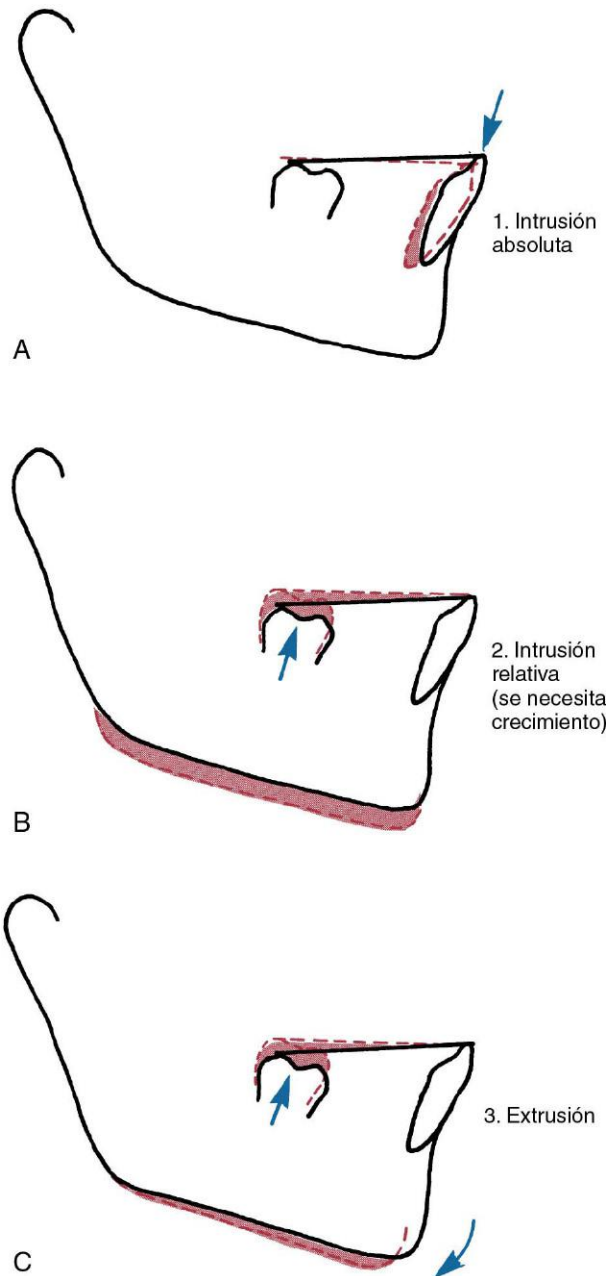


FIGURA 7-37 Existen tres opciones para nivelar una arcada inferior con una curva de Spee excesiva: 1) intrusión absoluta; 2) intrusión relativa, que se consigue impidiendo la erupción de los incisivos mientras el crecimiento proporciona espacio vertical hacia el que puedan erupcionar los dientes posteriores, y 3) elongación de los dientes posteriores, lo que hace que el maxilar inferior rote hacia abajo en ausencia de crecimiento. La diferencia entre 2) y 3) consiste en que el maxilar inferior rota hacia abajo y hacia atrás, lo que depende de que la rama mandibular crezca más mientras se produce el movimiento de los dientes.

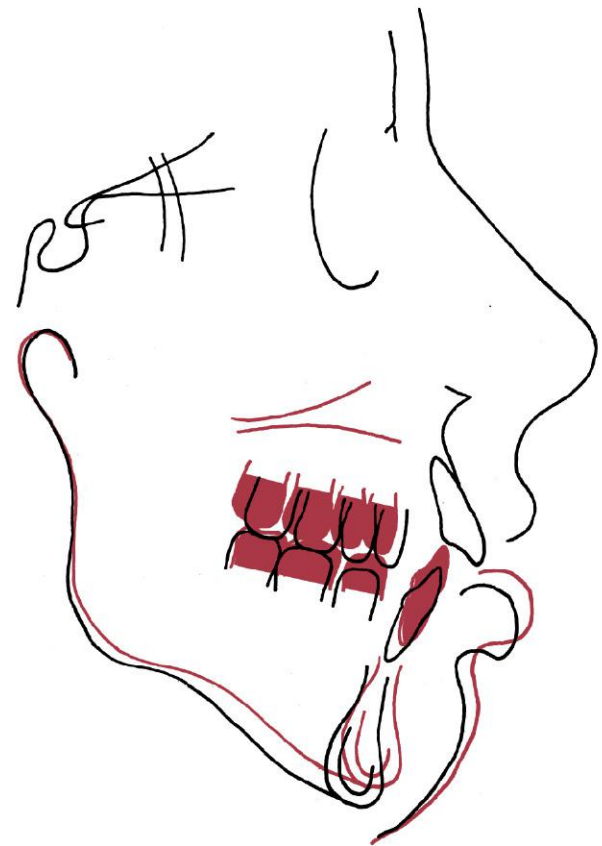


FIGURA 7-38 Se observa una interacción muy marcada entre la posición vertical del maxilar superior y las posiciones anteroposterior y vertical del maxilar inferior, debido a que este último rota hacia atrás al desplazarse en sentido anteroinferior al ascender. Esta superposición (en rojo = al empezar, en negro = progresos) muestra un crecimiento vertical excesivo del maxilar superior y una erupción excesiva de los dientes posteriores superiores. Esto no se vio correspondido por el crecimiento vertical de la rama mandibular, lo que dio lugar a una rotación posteroinferior del maxilar inferior con el patrón clásico de cara alargada; de esta forma, se acentuó la relación intermaxilar de clase II. La reubicación superior del maxilar superior y/o la intrusión de los dientes posteriores superiores (v. capítulos 18 y 19) serían las claves para poder reducir la altura facial y corregir la relación de clase II.

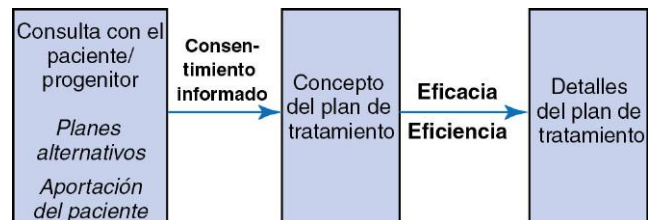


FIGURA 7-39 Durante la entrevista con el paciente (y con sus padres si se trata de un menor), en la que se comentan los posibles planes alternativos y se solicita la aportación del paciente, se debe informar del posible resultado y buscar el consentimiento para el plan de tratamiento. En este momento, el médico debe determinar los detalles del plan de tratamiento, considerando la eficacia y la eficiencia de los diferentes métodos a la hora de lograr el resultado deseado.

Interacción entre las posibles soluciones

Resulta mucho más fácil valorar la interacción entre las posibles soluciones para los diferentes problemas de un paciente si enumeramos las posibilidades tal como hemos descrito anteriormente. Como en el caso de la paciente de la sección precedente, es evidente que en casi todos los casos algunas soluciones posibles para un problema prioritario nos ayudarán a resolver también otros problemas, mientras que otras no lo harán y puede que incluso agraven la situación.

Consideremos ahora el caso contrario al de la paciente de nuestro ejemplo: un paciente con una mordida abierta anterior. A menudo, este problema no se debe a una menor erupción de los incisivos sino a una erupción excesiva de los dientes posteriores y a una rotación posteroinferior del maxilar inferior (v. fig. 6-12, A). En ese caso, la solución no consiste en utilizar elásticos verticales para elongar los dientes anteriores. El tratamiento debe ir dirigido a deprimir los dientes posteriores elongados, o a impedir que sigan erupcionando mientras todo lo demás crece (intrusión relativa). Esta solución permitiría al maxilar inferior rotar hacia arriba, lo que juntaría los incisivos. Pero si el maxilar inferior rota hacia arriba, también se desplaza anteriormente; esto sería aceptable si el paciente tuviera inicialmente una maloclusión de clase II esquelética, pero sería contraproducente si la maloclusión fuera de clase I o de clase III.

Otra interacción importante, que también aparecía en nuestro caso ilustrativo (cuadro 7-5), es la relación entre la prominencia de los incisivos y el aspecto facial, especialmente al sonreír. Si los dientes están apiñados, ¿está indicado expandir las arcadas para conseguir el espacio necesario para alinearlos? La respuesta depende de la relación entre los dientes y los tejidos blandos circundantes. Al desarrollar el plan de tratamiento hay que prever la posición final de los incisivos y determinar después lo que habría que hacer para dejarlos en la posición deseada. La magnitud del apiñamiento no nos indica lo que tenemos que hacer al respecto. Tenemos que determinar el

efecto que pueden tener los posibles tratamientos sobre el aspecto del paciente.

Compromiso

Cuando un paciente tiene muchos problemas puede que sea imposible resolver todos ellos. Este tipo de compromiso no tiene nada que ver con la pericia del odontólogo. En algunos casos, no existe ningún plan de tratamiento que permita resolver todos los problemas del paciente. En tales casos, es especialmente importante establecer con mucho cuidado las prioridades en la lista de problemas.

En un sentido muy amplio, los objetivos fundamentales del tratamiento ortodóncico son una oclusión ideal, una estética facial ideal y una estabilidad ideal de los resultados. A menudo, resulta imposible cumplir estos tres objetivos en su totalidad. De hecho, nuestros esfuerzos para intentar conseguir una oclusión dental absolutamente ideal (especialmente si se hace para evitar extracciones) pueden repercutir en la estética facial y en la estabilidad tras el tratamiento. Del mismo modo, todo lo que hagamos para conseguir el resultado más estable posible tras el tratamiento ortodóncico puede dar lugar a una oclusión y una estética facial subóptimas, y las medidas para colocar los dientes y conseguir una estética facial ideal pueden ir en detrimento de la oclusión y la estabilidad.

Por supuesto, para evitar compromisos de este tipo podemos conceder mayor importancia a uno de los objetivos a expensas de los demás. A comienzos del siglo xx, Edward Angle, el padre de la ortodoncia moderna, resolvió este problema centrándose exclusivamente en la oclusión y declarando que la estética facial y la estabilidad se arreglarían por sí solas. Desgraciadamente, no sucedió así. Incluso ahora podemos observar ocasionalmente algunas reminiscencias de la postura de Angle, especialmente entre aquellos odontólogos que intentan evitar las extracciones a toda costa.

A pesar de la importancia que tiene la oclusión dental, no es la consideración prioritaria en todos los pacientes. En ocasiones, es necesario modificar la oclusión ideal mediante extracciones u otras medidas para poder conseguir una estética y una estabilidad aceptables. También puede que haya que modificar los otros objetivos. Es bastante posible que si colocamos los dientes para conseguir una estética facial óptima necesitemos alguna forma de retención permanente debido a que no se mantienen estables en esa posición o, por el contrario, si colocamos los dientes en una posición de máxima estabilidad, es posible que deterioren el aspecto facial.

En caso de incompatibilidad entre los diferentes componentes de un plan de tratamiento, lo mejor para el paciente es alcanzar los compromisos que sean necesarios para poder resolver los problemas prioritarios del mismo, posponiendo el tratamiento de los problemas menos importantes o incluso dejarlos sin tratar. Si no podemos cumplir los tres objetivos fundamentales del tratamiento ortodóncico, debemos centrarnos en aquellos que tengan mayor importancia para el paciente. Para conseguirlo se requiere el buen juicio y raciocinio del odontólogo, así como la colaboración del paciente y de sus padres. En el caso de nuestra paciente, ¿la mayor estabilidad de los resultados si optáramos por retraer los incisivos para corregir el resalte excesivo justificaría la repercusión negativa sobre su aspecto facial? Si tenemos en cuenta su problema prioritario, muy probablemente la respuesta sería negativa.

CUADRO 7-5

PACIENTE F. P.: INTERACCIÓN ENTRE LOS POSIBLES TRATAMIENTOS

- La recolocación de los incisivos superiores para mejorar el aspecto estético incrementa el resalte y obliga a usar más aparatos mecánicos para la corrección de clase II.
- Los aparatos mecánicos extrusivos para corregir la mordida profunda pueden potenciar el crecimiento vertical del maxilar inferior y comprometer la corrección de clase II.
- La corrección de la mordida profunda mediante la posible intrusión de los incisivos superiores puede comprometer el arco de la sonrisa, que es excelente en estos momentos.

Otros factores que se deben considerar en el plan de tratamiento

- La paciente es inmadura; la modificación del crecimiento resultará más eficiente si se coordina con el estirón puberal.
- La rotación anteroinferior del maxilar superior permite mejorar la exposición de los incisivos y el aspecto de la sonrisa.

Análisis de los beneficios frente a los costes y los riesgos

Al evaluar las posibilidades de tratamiento, hay que considerar igualmente algunos aspectos prácticos y sopesar las dificultades que plantean los diferentes tratamientos con los posibles efectos beneficiosos que se puedan derivar de los mismos. Debemos considerar las dificultades en términos de riesgos y costes para el paciente, no solo los costes económicos sino también la cooperación, las molestias, los fastidios, el tiempo necesario y otros factores que podemos definir en conjunto como la «carga del tratamiento» (v. fig. 7-34), y contrastarlas con los efectos beneficiosos que se puedan derivar de dicho tratamiento.

Por ejemplo, en el caso de un paciente con mordida abierta anterior, la cirugía para reducir la altura facial conlleva mayores costes y riesgos que el uso de elásticos para elongar los incisivos o que la reducción oclusal de los dientes posteriores, que son otras dos opciones para corregir la relación de mordida. Pero si los tratamientos más sencillos y menos arriesgados van a tener un efecto beneficioso muy limitado en ese paciente y la cirugía maxilar va a proporcionar un beneficio considerable, el análisis de costes-riesgos/beneficios se decantará a favor del tratamiento más complicado. «¿Merece la pena?». Esta es una pregunta a la que hay que responder no solo desde el punto de vista de lo que

nos jugamos, sino también en términos de efectos beneficiosos para el paciente.

Otras consideraciones

En estos momentos es importante analizar todas aquellas consideraciones especiales pertinentes en cada caso. ¿Deberíamos limitar la duración del tratamiento debido a una posible exacerbación de la enfermedad periodontal? ¿Deberíamos dejar abiertas las opciones de tratamiento mientras podamos, debido a la incertidumbre del patrón de crecimiento? ¿Deberíamos evitar los aparatos ortodóncicos visibles, debido a la vanidad del paciente, aunque esto dificulte aún más el tratamiento? Debemos intentar responder a estas preguntas desde la perspectiva del paciente. Solo podemos obtener una respuesta racional cuando hayamos considerado las posibilidades de tratamiento y otros factores importantes que puedan influir en la planificación del mismo.

En nuestro caso, presentamos en el cuadro 7-5 las interacciones, las reflexiones sobre los compromisos necesarios y otras consideraciones (que en este caso eran bastante banales). Ya hemos reunido toda la información. Solo entonces podremos comentar las posibilidades de tratamiento con el paciente y sus padres para poder perfilar el plan de tratamiento (cuadro 7-6).

CUADRO 7-6

PACIENTE F. P.: RESUMEN DE LA PRESENTACIÓN DEL CASO

Objetivo: conseguir la participación de la paciente y de sus padres en las decisiones sobre el tratamiento, algo necesario para obtener el consentimiento informado. Los puntos que se deben comentar son (en este orden):

Salud general y oral

- Tres problemas leves de salud oral:
 - *Gingivitis leve: es necesario mejorar la higiene oral para evitar daños en los dientes durante el tratamiento ortodóncico.*
 - *Zona hipoplásica del primer premolar: puede necesitar restauración en el futuro, no precisa tratamiento por ahora.*
 - *Proliferación de la encía superior: puede requerir resección quirúrgica al término del tratamiento ortodóncico si no remite espontáneamente.*

Problemas ortodóncicos

- Aspecto de los incisivos superiores: inclinados posteriormente y desalineados, lo que oculta su protrusión relativa.
- El maxilar inferior no ha crecido anteriormente de manera adecuada, y esta es la razón de la aparente protrusión de los incisivos superiores.
- Sobremordida: los dientes anteriores inferiores han erupcionado demasiado hacia el paladar.

Problema más importante

- Protrusión y apiñamiento de los incisivos superiores (¿están de acuerdo?).
 - *Esto se debe fundamentalmente a que el maxilar inferior no ha crecido tanto como el superior.*

Plan para corregir el problema más importante

- Restringir el crecimiento anteroinferior del maxilar superior durante el estirón puberal para que el maxilar inferior pueda alcanzarle.
 - *Requiere crecimiento favorable y cooperación.*

Corrección de otros problemas

- Alineación de los dientes y corrección de la mordida.
 - *Se necesitan brackets en los dientes.*
- Crecimiento excesivo de las encías.
 - *Puede requerir cirugía correctora más adelante.*

Efectos beneficiosos del tratamiento

- Mejorar el aspecto facial y dental.
 - *En el caso de un paciente adulto, este es el momento para mostrarle las predicciones por ordenador.*
- Movimientos mandibulares y función incisiva más normales.

Riesgos del tratamiento

- Molestias tras el ajuste de los aparatos.
- Descalcificación si no se sigue una higiene adecuada.
- Reabsorción radicular, especialmente de los incisivos superiores.
- Cualquier otro detalle pertinente.
 - *Se recomienda utilizar un impreso firmado que documente esta consulta.*

Programación del tratamiento, costes, etc.

- Incluidos con la presentación del plan de tratamiento definitivo (v. cuadro 7-7).
- El calendario y los costes variarán dependiendo del consultorio.

Consulta con el paciente/los padres: obtención del consentimiento informado

Paternalismo frente a autonomía

No hace tanto tiempo, se daba por sentado que el odontólogo debía analizar la situación del paciente y prescribir el tratamiento que considerara mejor en cada caso, sin detenerse apenas a pensar si dicho tratamiento era el que deseaba el paciente. Es lo que podemos describir como un enfoque paternalista del tratamiento del paciente: el médico, como una figura paterna, sabe bien qué es lo mejor y toma las decisiones pertinentes.

Actualmente, esta actitud es injustificable desde el punto de vista ético o jurídico.^{24,25} Desde una perspectiva ética, los pacientes tienen derecho a determinar qué se les hace durante el tratamiento, y cada vez reclaman este derecho con mayor insistencia. Resulta muy poco ético no informar a los pacientes sobre las diferentes alternativas (incluido el resultado probable de la falta de tratamiento) que son posibles en su caso. De acuerdo con la doctrina moderna del consentimiento informado, el imperativo ético representa también un imperativo legal. Legalmente, el médico es ahora responsable de los problemas que puedan surgir por no informar plenamente al paciente acerca del tratamiento que se le vaya a realizar. El consentimiento informado no se basa solo en una explicación de los riesgos del tratamiento. Hay que informar a los pacientes acerca de sus problemas, de los posibles tratamientos y de los resultados probables del tratamiento o de la falta del mismo, de un modo que puedan entender claramente. Un folleto, un vídeo o un formulario de consentimiento con un lenguaje muy complicado no permiten al paciente comprender verdaderamente el tratamiento y sus consecuencias. Desgraciadamente, los formularios de consentimiento que utilizan las clínicas de ortodoncia suelen adolecer de este problema.

En realidad, esta es una cuestión de educación sanitaria, de ser capaz de leer, comprender y actuar sobre la información sanitaria por escrito. Aquellas personas que no hablaban inglés antes de empezar el colegio, aquellas que tienen menos educación y aquellas que obtienen la información sanitaria fundamentalmente a través de la radio y la televisión son las más expuestas a no comprender los comentarios sobre el consentimiento informado.²⁶ Probablemente, estas personas podrán entender mejor los riesgos y las limitaciones del tratamiento mediante una presentación audiovisual formal que con una explicación muy extensa.²⁷ Estudios recientes demuestran que los pacientes recuerdan mejor la información que reciben cuando se utiliza un lenguaje profano y una presentación visual (imágenes en la pantalla de un ordenador) en vez de las palabras.²⁸

El método de diagnóstico y planificación del tratamiento orientado al problema facilita la participación del paciente que requiere la planificación moderna de su tratamiento. La consulta con el paciente y sus padres debe comenzar con una breve exposición de los problemas del paciente, y la implicación de este último comienza por la priorización de la lista de problemas. Probablemente, la pregunta más importante que debe plantear

el médico a la hora de obtener el consentimiento informado es: «En mi opinión, su problema más importante es... ¿Está de acuerdo?» Cuando surge algún problema relacionado con el consentimiento informado para el tratamiento ortodóncico, casi siempre se debe a que el tratamiento no ha sido dirigido a resolver lo que era más importante para el paciente, o a que se ha centrado en algo que no representaba un problema importante para el paciente.

El método orientado a los problemas obliga a analizar las posibles soluciones a los problemas del paciente, empezando por el más importante de ellos. Así es como se puede estructurar mejor la entrevista con el paciente y sus padres (v. **cuadro 7-6**). No solo el médico debe considerar las interacciones, los compromisos inevitables y las consideraciones prácticas; debe compartírselos con el paciente mientras esboza el plan de tratamiento. En la mayoría de los casos, los posibles tratamientos tienen tanto ventajas como inconvenientes. El médico tiene la obligación de aclarar estos aspectos lo mejor que pueda, implicando al paciente en la decisión final sobre el tratamiento que se vaya a utilizar.

Desde una perspectiva práctica, la implicación del paciente y de sus padres en las decisiones sobre el tratamiento tiene algunas ventajas importantes. Asigna la responsabilidad a quien corresponde, es decir, al paciente que comprende adecuadamente las incertidumbres implicadas en el proceso. Después de todo, se trata de los problemas del paciente, no de los del médico. Tanto en los adultos como en los niños, un paciente que «sufre» los problemas y reconoce que ese es su caso estará más dispuesto a colaborar y a ayudar en su tratamiento que otro que considera que todo eso es cosa del médico.²⁹

Aspectos específicos que se deben discutir

En el ámbito de la ortodoncia hay varias situaciones concretas en las que se requiere de manera muy especial la interacción entre el médico y el paciente y sus padres a la hora de elegir el plan de tratamiento definitivo. Probablemente, el caso más frecuente es el que se refiere a la elección entre la expansión de la arcada o las extracciones como solución para el apiñamiento. Otro problema muy frecuente que requiere la opinión del paciente es si conviene iniciar el tratamiento de un problema esquelético antes de la adolescencia o si es mejor esperar al estirón puberal. En este caso, hay que analizar dos aspectos: la eficacia del tratamiento antes de la pubertad o durante la misma y (si se opta por el tratamiento precoz) el tipo de tratamiento.

Al programar el tratamiento también conviene tener presente la buena disposición del paciente y su posible cooperación durante el mismo. No está muy justificado el tratamiento con un casquete o un aparato funcional en un niño que no esté dispuesto a usar el dispositivo. Los resultados de estos dos métodos de tratamiento no son exactamente los mismos, pero podemos considerar que son mayores las similitudes que las diferencias, y si el paciente está dispuesto a usar uno pero no el otro, conviene elegir aquel que prefiera. En nuestro caso, el grado de madurez sexual nos indica que está a punto de alcanzar el momento ideal

para el tratamiento y el casquete constituye el método más apropiado, pero tanto la paciente como sus padres tienen que entender bien los motivos para nuestra recomendación y las alternativas que pueda haber.

Cuando existe un problema esquelético grave, suele haber un tercer aspecto que conviene discutir con el paciente y sus padres: si el tratamiento ortodóncico podría proporcionar por sí solo un resultado aceptable o si habría que optar por la cirugía ortognática. En ocasiones, esta decisión tan difícil depende fundamentalmente de la función intermaxilar. Sin embargo, en la mayoría de los casos se trata sobre todo de una decisión estética. Es probable que el aspecto facial mejore si se corrige la relación intermaxilar. ¿Justifica esta mejora los riesgos añadidos, los costes y la morbilidad de la cirugía? En el análisis final, solo el paciente y sus padres pueden (o deben) tomar esta decisión. A la hora de elegir entre la cirugía o el camuflaje ortodóncico, y entre la expansión de las arcadas dentales o las extracciones, una imagen vale más que mil palabras (v. fig. 7-36).

Interacción del paciente en las decisiones sobre el plan de tratamiento

A veces, los pacientes interpretan su intervención en las discusiones sobre el plan de tratamiento como una autorización para que el propio paciente y sus padres puedan tomar todas las decisiones. Evidentemente, este no es el caso. Es responsabilidad del médico explicar al paciente y a sus padres las opciones existentes y consensuar con ellos el plan de tratamiento definitivo. El médico no está obligado a hacer todo lo que desee el paciente. Igual que todo paciente tiene el derecho de negarse a aceptar

un tratamiento, el médico tiene el derecho a negarse a realizar cualquier tratamiento que considere que pueda no beneficiar al paciente. En otros tiempos, el médico decidía lo que había que hacer y eso era lo que se hacía. Actualmente, la elección del plan de tratamiento final es y tiene que ser un proceso interactivo entre el médico y el paciente.

En nuestro ejemplo, la paciente y sus padres comprendieron perfectamente la importancia de corregir la maloclusión de clase II y la mordida profunda para mejorar el aspecto facial, aceptaron la sugerencia de que un casquete durante el estirón puberal sería la mejor solución, y reconocieron que habría que modificar el plan de tratamiento para incluir las extracciones o incluso la cirugía ortognática si la paciente no respondía bien al plan inicial más conservador. También analizaron los riesgos previsibles del tratamiento en este caso, con especial hincapié en el riesgo de reabsorción radicular (especialmente de los incisivos superiores) y en los posibles daños en los dientes como consecuencia de una higiene inadecuada. Esto dio como resultado un consentimiento informado en el sentido más amplio (y correcto) y la aprobación del plan de tratamiento (cuadro 7-7).

El plan detallado: especificación de los métodos de tratamiento

En esta paciente, el plan conceptual conduce directamente al plan de tratamiento, como suele ser el caso. En todo paciente, el tratamiento escogido debe cumplir dos requisitos: *eficacia* a la hora de producir el resultado deseado y *eficiencia* a la hora de hacerlo sin malgastar el tiempo del médico o del paciente. En las figuras 7-40 a 7-44 se muestran los progresos y el resultado final de este caso.

A partir de un plan de tratamiento relativamente simple, los métodos de tratamiento asociados son también razonablemente simples o cuando menos directos. No obstante, hay que elegir y especificarlo claramente en el plan de tratamiento. Por ejemplo, si el plan consiste en expandir una arcada superior estrecha, se podría utilizar un arco de expansión lingual, un arco de expansión labial o un expansor palatino maxilar embandado o adherido. En el plan de tratamiento se debe especificar cuál de estas soluciones se va a utilizar, así como considerar la eficacia y la eficiencia de las distintas posibilidades. Este es el momento y el lugar para todo, y esta última fase es el momento para las consideraciones prácticas acerca del método de tratamiento y del tratamiento ortodóncico que se van a utilizar.

Los errores más graves durante el plan de tratamiento ortodóncico son aquellos que se derivan de la idea inicial sobre el aparato a utilizar, y no de lo que se supone que el aparato tiene que hacer. El resultado del tratamiento debe depender de la mecánica del tratamiento. Es un error establecer la mecánica del tratamiento antes de establecer el objetivo general del mismo. Los métodos de tratamiento deben adaptarse para producir el resultado deseado, y no al revés.

El texto continúa en la página 266.

CUADRO 7-7

PACIENTE F. P.: PLAN DE TRATAMIENTO DEFINITIVO

Concepto del tratamiento

- Durante el estirón puberal un casquete para corregir la clase II esquelética y reducir el resalte.
- Alinear los incisivos superiores y corregir su inclinación sin incrementar el resalte.
- Corregir la mordida profunda anterior controlando la erupción de los incisivos inferiores durante el crecimiento vertical.
- Cirugía gingival complementaria si fuera necesaria.
- Vigilar la asimetría para asegurarse de que no se acentúa.

Detalle del tratamiento

- Posponer el inicio del tratamiento hasta que el grado de maduración indique el comienzo del estirón puberal.
- Casquete de tiro alto.
- Nivelar la arcada inferior con arcos de alambre curvos inversos.
- Aplicar torsión sobre los incisivos superiores.
- Elásticos de clase II según las necesidades.
- Cirugía gingival, si fuera necesaria, antes de retirar los aparatos.



FIGURA 7-40 En el caso de la paciente F. P., cuyo estudio diagnóstico se ilustra en las figuras 6-75 a 6-78 (v. predicciones por ordenador en la fig. 7-36), se optó por posponer el tratamiento hasta que iniciara el estirón puberal. Se le colocó un aparato fijo a la edad de 12 años y 5 meses, y un casquete de tiro alto a los 12 años y 10 meses. La respuesta dental y esquelética fue adecuada, pero la proliferación gingival alrededor de los incisivos superiores empeoró en lugar de mejorar (**A**). Actualmente, el láser de diodos representa una alternativa indolora y eficiente para poder tratar los problemas de este tipo, y se citó a la paciente para un tratamiento de remodelación gingival a la edad de 13 años y 11 meses. Se usó una sonda periodontal para determinar la profundidad del surco gingival (**B**), y el láser para remodelar el tejido (**C**. Uno de los lados completado. **D**. Remodelación gingival completada). Debido a la ablación (vaporización) del tejido y a que el calor del láser sella la zona de ablación, no se produce ningún sangrado y no se necesita apósito periodontal. La herida cicatriza en pocos días. **E**. El contorno tisular ha mejorado considerablemente al cabo de 4 semanas.

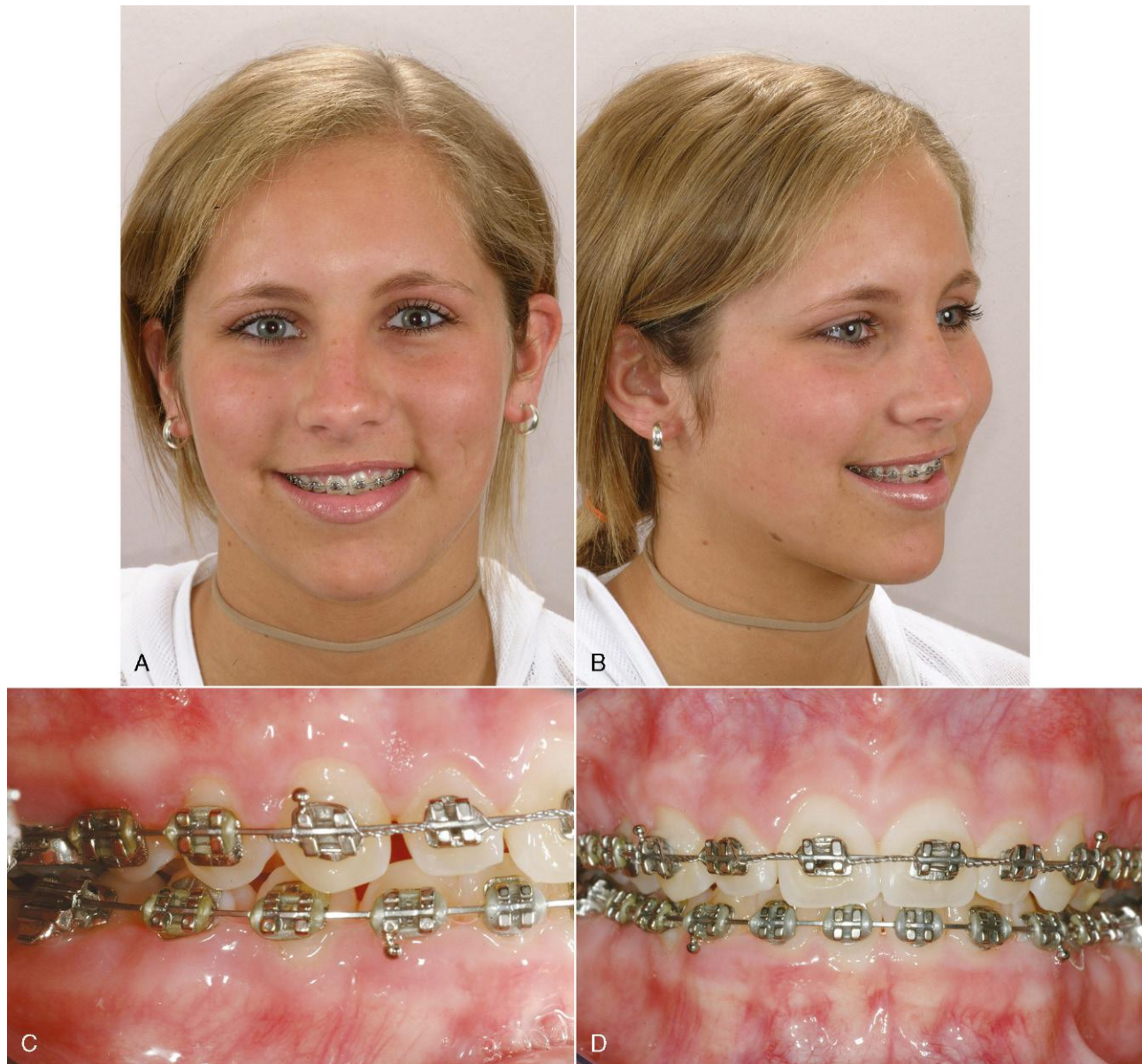


FIGURA 7-41 Tras la cirugía gingival, la paciente F. P. continuó el tratamiento con aparatos fijos y un casquete de tiro alto con el objeto de elongar los incisivos superiores y mejorar la sonrisa, así como de mantener la corrección de la sobremordida. **A y B.** Las fotografías de los progresos realizados a la edad de 14 años y 5 meses mostraban una exposición adecuada de los incisivos. **C y D.** La maloclusión prácticamente corregida.



FIGURA 7-42 Paciente F. P.: se le retiró el aparato ortodóncico a la edad de 14 años y 9 meses, 23 meses después de comenzar el tratamiento. Las fotografías intraorales y la radiografía panorámica (A-F) muestran una alineación y una oclusión excelentes, con unos contornos gingivales normales. Se puede ver (D) el retenedor maxilar adherido para mantener la corrección de la rotación y el cierre de los espacios para los incisivos centrales superiores y (E) el retenedor adherido de uno a otro canino para la arcada inferior.

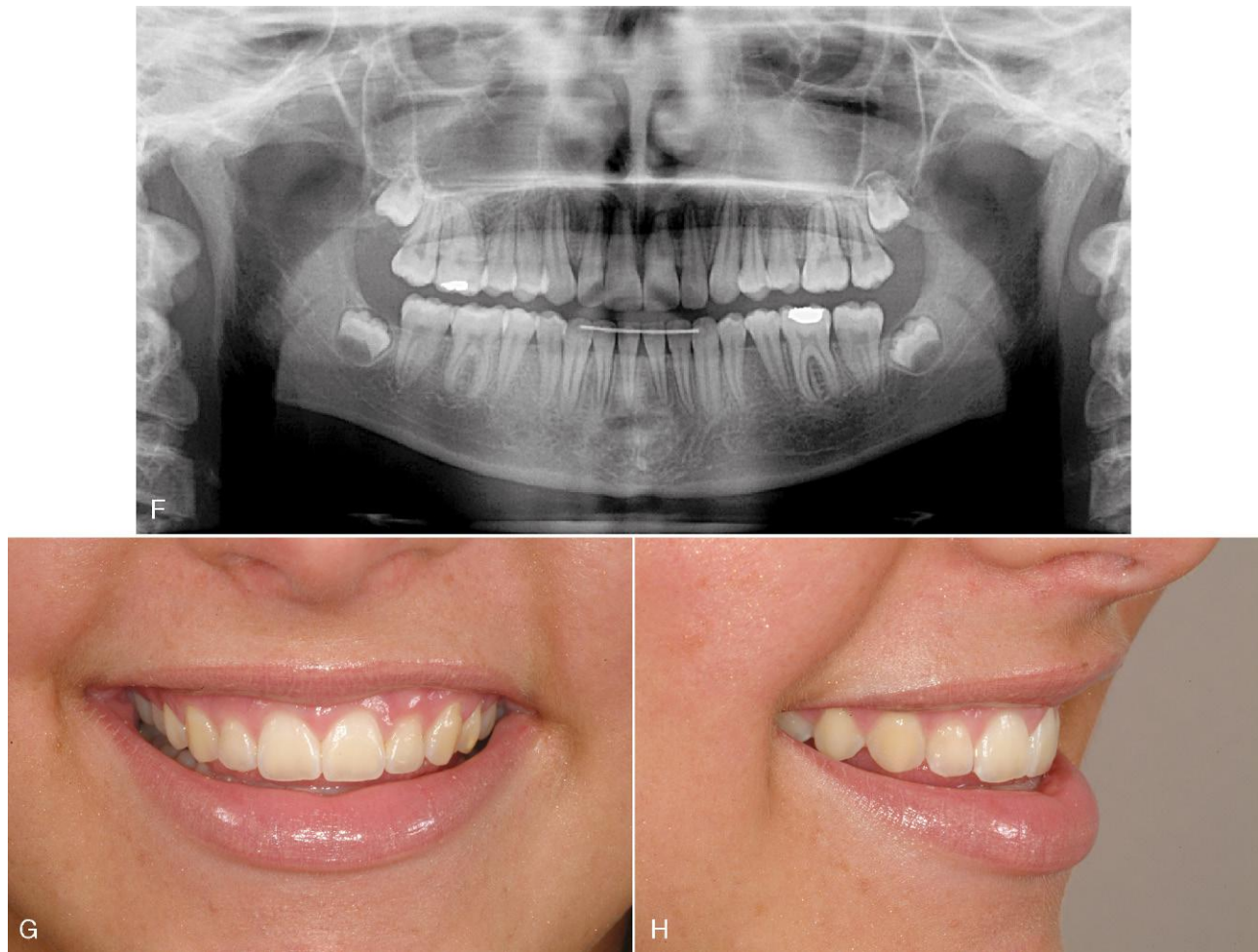


FIGURA 7-42 (cont.) Los primeros planos de la sonrisa (**G** y **H**) muestran un arco de sonrisa en consonancia y una exposición más estética de los incisivos superiores.

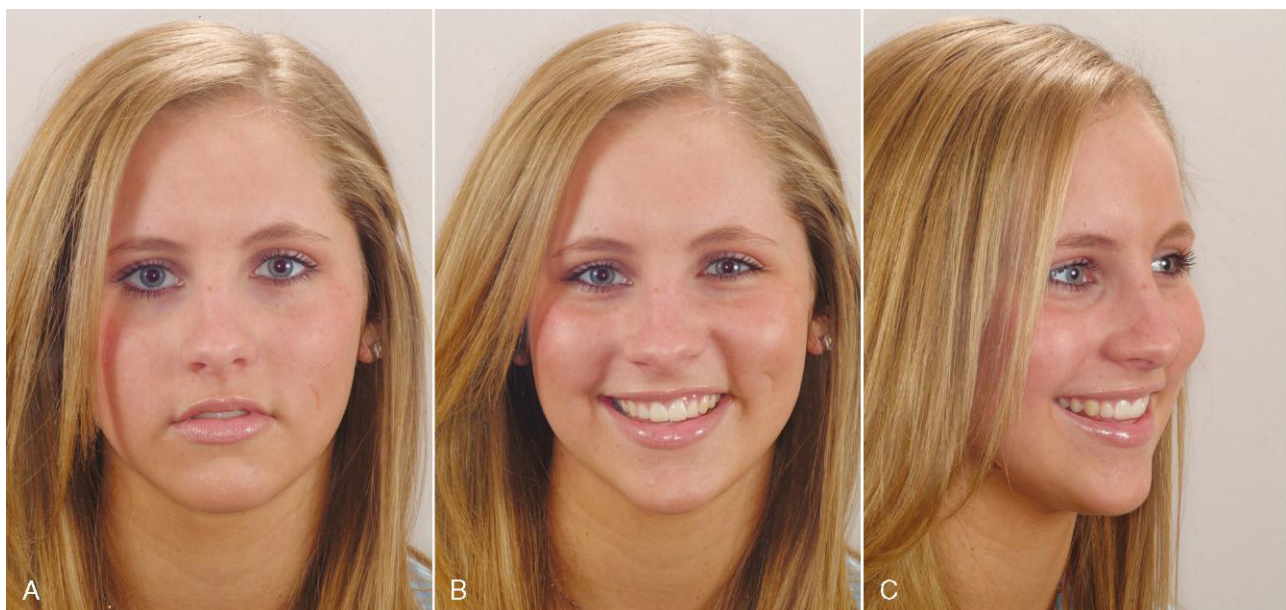


FIGURA 7-43 Paciente F. P.: **A-C.** Aspecto facial después del tratamiento.

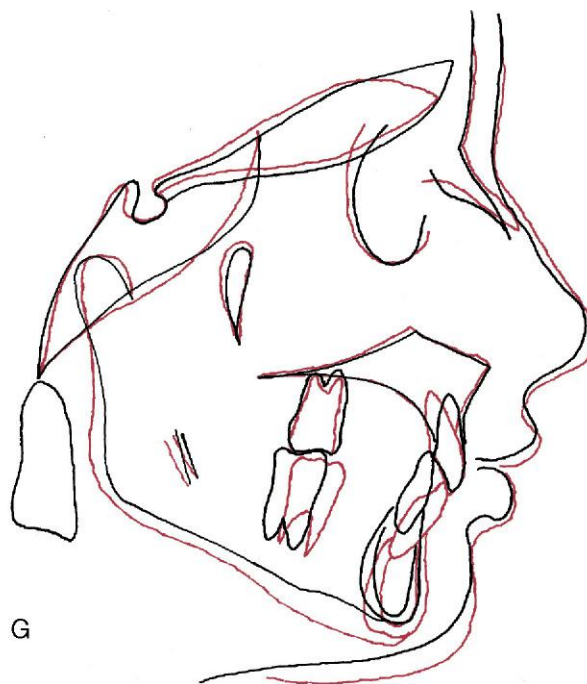


FIGURA 7-43 (cont.) D y E. Aspecto facial después del tratamiento. F. Radiografía cefalométrica posterior al tratamiento y (G) superposición cefalométrica que muestran los cambios producidos durante el tratamiento. En el calco superpuesto puede apreciarse la mejora en la inclinación del incisivo superior gracias a la torsión de la raíz palatina, sin intrusión ni inclinación vestibular de los incisivos (que habrían elevado sus bordes incisales). Una solución potencial a una «sonrisa gingival» podría ser la intrusión de los incisivos superiores, pero en este caso habría aplanado el arco de la sonrisa y limitado la exposición de los incisivos, dos efectos indeseables. El efecto buscado con el casquete de tiro alto era el crecimiento anteroinferior de la mandíbula respecto del maxilar superior, manteniendo al mismo tiempo la posición vertical de los molares superiores.



FIGURA 7-44 Paciente F. P., a los 21 años de edad, durante la revisión de los 6 años. **A-C.** Fotografías faciales. **D.** Arco de sonrisa. **E y F.** Oclusión dental. La paciente prácticamente había dejado de crecer al completar el tratamiento, había aceptado utilizar retenedores por la noche hasta los 18 años y mostraba un resultado estable.

PLAN DE TRATAMIENTO EN CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES

Problemas de patología dental

En otros tiempos se creía que los dientes endodonciados no podían moverse. Actualmente sabemos que mientras el ligamento periodontal sea normal, los dientes endodonciados responden a las fuerzas ortodóncicas del mismo modo que los dientes con la pulpa vital. Aunque algunos investigadores sostienen que los dientes endodonciados están más expuestos a la reabsorción radicular, actualmente se acepta que esto no representa un problema importante.³⁰ En ocasiones, es aconsejable hemiseccionar un diente posterior, suprimiendo una raíz y endodonciando la otra. Resulta totalmente viable reubicar ortodóncicamente la raíz mantenida de un diente posterior, si fuera necesario, una vez completado el tratamiento endodóncico. En general, el tratamiento endodóncico previo no contraindica el movimiento ortodóncico de los dientes, pero los dientes con antecedentes de traumatismos graves pueden estar más expuestos a la reabsorción radicular, estén endodonciados o no.

Para conseguir que un paciente preortodóncico esté en unas condiciones de mantenimiento satisfactorias se puede recurrir prácticamente a cualquier forma de tratamiento periodontal, con la excepción de la cirugía ósea. Se deberá recurrir al raspado, el curetaje, los colgajos y los injertos gingivales, si fuera necesario, antes de iniciar el tratamiento ortodóncico para prevenir la progresión de los problemas periodontales durante el mismo. En los niños o adultos que carezcan de suficiente encía adherida en la región mandibular anterior habrá que utilizar injertos gingivales libres para conseguir encía adherida antes de iniciar la ortodoncia, especialmente si se va a desplazar los dientes a una posición más vestibular.

En el **capítulo 18** se ofrecen más detalles sobre la secuencia del tratamiento en pacientes adultos con problemas múltiples.

Problemas por enfermedades sistémicas

Los pacientes con enfermedades sistémicas están más expuestos a posibles complicaciones durante el tratamiento ortodóncico, pero pueden beneficiarse del mismo siempre que se controlen sus problemas sistémicos.

El problema sistémico más frecuente que puede complicar el tratamiento ortodóncico en niños o adultos es la diabetes o el estado prediabético. Si se controla adecuadamente la diabetes, la respuesta periodontal a las fuerzas ortodóncicas es prácticamente normal y se pueden obtener resultados satisfactorios con el tratamiento ortodóncico, especialmente con aquellas técnicas complementarias que más suelen solicitar los diabéticos adultos. No obstante, es bien sabido que la pérdida ósea alveolar puede avanzar rápidamente en estos pacientes, y si no se controla adecuadamente la diabetes, corren el riesgo de sufrir un deterioro periodontal acelerado (**fig. 7-45**). Por este motivo, es muy importante vigilar estrechamente el cumplimiento de tratamiento médico por parte de los pacientes diabéticos durante todas las fases del tratamiento ortodóncico. Siempre que sea posible, se debe evitar el tratamiento ortodóncico global y prolongado en estos pacientes.

La degeneración artrítica puede influir también en la planificación ortodóncica. La artritis reumatoide juvenil (ARJ) produce a menudo una deficiencia mandibular esquelética muy marcada, y la artritis reumatoide del adulto puede destruir la apófisis condilar y causar deformidad (**fig. 7-46**). Se han publicado casos de disminución del crecimiento mandibular tras la inyección de esteroides en la ATM durante el tratamiento de la ARJ,³¹ y la administración prolongada de esteroides como parte del tratamiento médico puede incrementar el riesgo de problemas periodontales durante el tratamiento ortodóncico. Ha de tenerse en cuenta que los niños tratados con esteroides pueden estar recibiendo también bisfosfonatos, que prácticamente impiden cualquier movimiento ortodóncico de los dientes. Se debe evitar el tratamiento ortodóncico prolongado en pacientes con cualquier tipo de artritis reumatoide, debido a que los riesgos potenciales son casi equiparables a los beneficios potenciales.

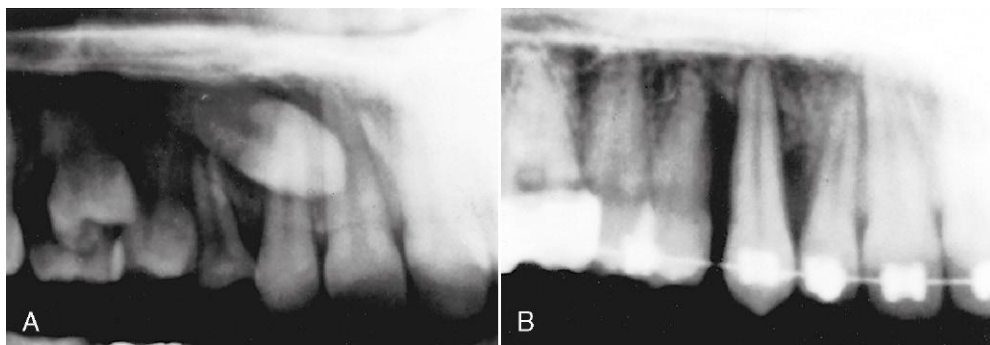


FIGURA 7-45 Los pacientes con diabetes incontrolada pueden experimentar una pérdida ósea muy rápida durante el movimiento ortodóncico de los dientes. **A.** Canino impactado en una niña de 13 años. **B.** Un año después. Obsérvese el grado de pérdida ósea alrededor del diente como consecuencia de su movimiento. Durante el año de tratamiento activo, la paciente tuvo muchos problemas para controlar su diabetes y tuvo que ser hospitalizada en dos ocasiones por problemas relacionados con la misma. (Por cortesía del Dr. G. Jacobs.)

Los niños con otros trastornos sistémicos pueden recibir también tratamiento ortodóncico global si se controla su enfermedad, pero conviene valorar bien si los efectos beneficiosos justifican el tratamiento ortodóncico. No es infrecuente que los padres de un niño con un problema sistémico grave (p. ej., fibrosis quística) acudan a la consulta de unos ortodoncista en un intento de hacer todo lo posible por su hijo. Debido a la supervivencia cada vez más prolongada de los niños con neoplasias malignas y otros problemas importantes, actualmente estamos atendiendo como pacientes ortodóncicos potenciales a niños con un contexto médico muy complejo (como radioterapia, tratamiento con esteroides a largo plazo y tratamiento con fármacos para prevenir la pérdida de masa ósea). Aunque el tratamiento de pacientes con un pronóstico sombrío a largo plazo es técnicamente factible, generalmente conviene limitar el alcance de los planes de tratamiento y aceptar alguna forma de compromiso en la oclusión con el objeto de limitar la duración y la intensidad de dicho tratamiento.

Por último, aunque la gestación no contraindica el tratamiento ortodóncico, conlleva algunos riesgos. La hiperplasia gingival es un problema frecuente, y los cambios hormonales durante la gestación pueden causar resultados sorprendentes con otros tratamientos por lo demás totalmente predecibles. En teoría, debido a los procesos de recambio óseo durante

la gestación y la lactancia, el ortodoncista debe vigilar una posible pérdida ósea alveolar y reabsorción radicular en esos momentos, pero durante la gestación no son admisibles las radiografías para comprobar el estado del hueso y las raíces dentales. Conviene demorar el tratamiento de una posible paciente gestante hasta el final de su embarazo. Si una paciente se queda embarazada durante el tratamiento, hay que discutir con ella los posibles problemas y conviene mantenerse a la expectativa durante el último trimestre, limitando la cantidad de movimiento dental activo.

Anomalías y lesiones de los maxilares

Lesiones del maxilar superior

Afortunadamente, las lesiones del maxilar superior son poco frecuentes en los niños, ya que sus consecuencias son difíciles de tratar. Si el maxilar superior se desplaza como consecuencia de un traumatismo, es necesario recolocarlos inmediatamente, si es posible. Cuando no se puede tratar inmediatamente un desplazamiento del maxilar superior debido a la existencia de otras lesiones, se puede recolocar aplicando una fuerza de proyección por medio de una mascarilla facial antes de que se haya curado completamente.

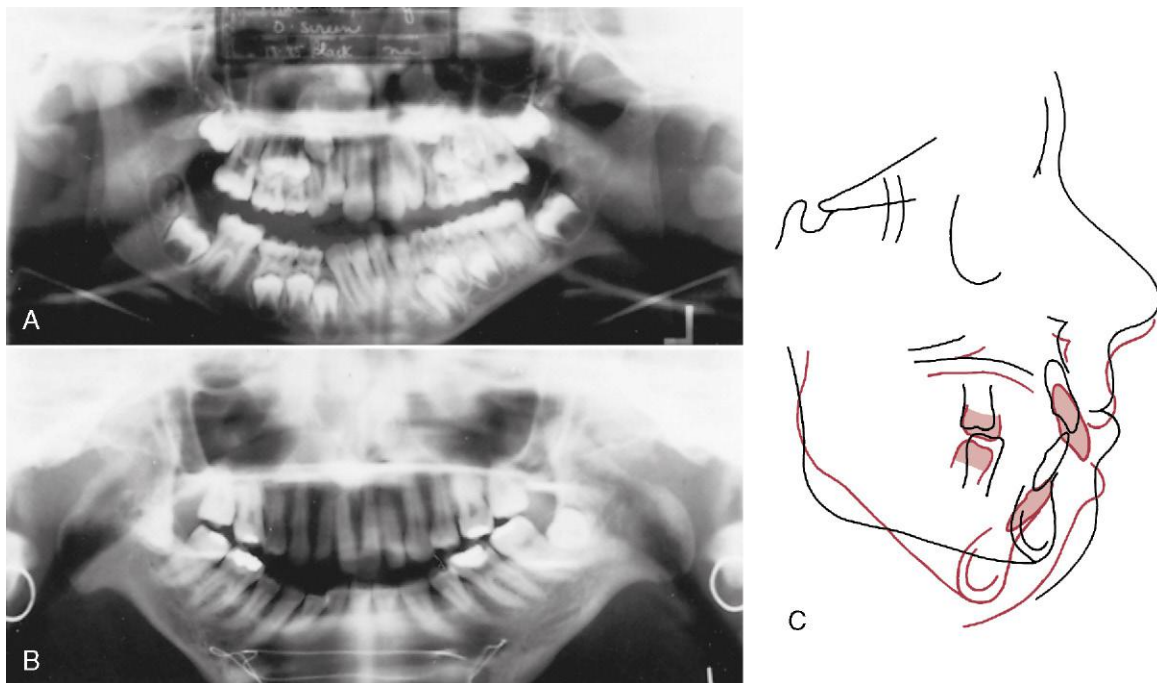


FIGURA 7-46 La artritis reumatoide puede alterar la apófisis condilar y, en el peor de los casos, puede hacer desaparecer completamente dicha apófisis. **A.** Radiografía panorámica de un niño con artritis reumatoide. Obsérvense los cambios degenerativos precoces en el cóndilo del lado izquierdo (compárese con el del lado derecho, todavía intacto). **B.** Radiografía panorámica de un adulto joven con destrucción total de ambas apófisis condilares. **C.** Superposiciones cefalométricas de un paciente con degeneración muy marcada de la apófisis condilar de la mandíbula como consecuencia de la artritis reumatoide. A la edad de 18 años, después de un tratamiento ortodóncico sin complicaciones (*negro*); a los 29 años (*rojo*), cuando ya habían quedado destruidas las apófisis condilares. Obsérvense la rotación posteroinferior del maxilar inferior. (**B**, por cortesía del Dr. M. Goonewardene; **C**, por cortesía del Dr. J. R. Greer.)

Deficiencia asimétrica del maxilar inferior

En el capítulo 3 se describen las causas de deficiencia asimétrica, y es allí donde se puede encontrar información sobre la microsomía hemifacial y las lesiones condilares. Al planificar el tratamiento, es importante determinar si el cóndilo afectado puede desplazarse normalmente. En caso afirmativo, como cabe esperar en la forma leve-moderada de microsomía hemifacial o en las lesiones postraumáticas, se puede utilizar un aparato funcional y es la primera opción que debemos probar siempre. Si la cicatriz postraumática restringe considerablemente la traslación condilar, un aparato funcional resultará totalmente inútil y no debe utilizarse hasta haber eliminado la restricción sobre el movimiento.

Una asimetría con deficiencia de crecimiento en un lado, pero conservando un cierto grado de movilidad, constituye una indicación particular para el uso de aparatos funcionales «híbridos» diseñados a la medida del paciente (v. capítulo 13), ya que el lado deficitario tendrá unas necesidades muy diferentes a las del lado normal o menos afectado. En muchos casos, conviene incorporar un bloque de mordida entre los dientes del lado normal y dejar espacio para la erupción en el lado deficitario para poder actuar sobre el componente vertical de la asimetría. En la mordida de construcción, el maxilar inferior avanzará más en el lado deficitario que en el normal. Una restricción muy marcada del crecimiento, sin apenas traslación condilar, puede dar lugar a una deformidad progresivamente mayor cuando las demás estructuras faciales siguen creciendo. Una deformidad progresiva de este tipo constituye una indicación clara para una intervención quirúrgica precoz. De nada sirve esperar a que esa deformidad se acentúe. El objetivo de la cirugía es crear unas condiciones que posibiliten el crecimiento, y tras la misma hay que recurrir generalmente al tratamiento ortodóncico con un aparato funcional híbrido para liberar la anquilosis y dirigir el crecimiento posterior.

Hipertrofia hemimandibular

La asimetría mandibular y facial puede deberse también al crecimiento excesivo de un cóndilo mandibular. Los problemas de crecimiento de este tipo no suelen ser simétricos. Parece que se deben a que los tejidos en crecimiento de uno de los lados escapan a los controles regulatorios normales.³² No se conoce el mecanismo de este problema. Este trastorno se manifiesta generalmente a finales de la adolescencia (con mayor frecuencia en las chicas), aunque puede aparecer a una edad más temprana. El crecimiento excesivo deforma el cuerpo mandibular (generalmente, arqueando hacia abajo el lado afectado), razón por la que este trastorno recibe el nombre de hipertrofia hemimandibular; sin embargo, dado que se debe a un crecimiento excesivo del cóndilo, el antiguo nombre de este trastorno, hiperplasia condilar, no era del todo inadecuado.

Existen dos tratamientos posibles, ambos quirúrgicos: 1) una osteotomía de la rama mandibular para corregir la asimetría causada por el exceso de crecimiento unilateral, una vez que haya cesado el crecimiento excesivo, y 2) una condilectomía para suprimir el exceso de cóndilo y reconstruir la articulación. Para la reconstrucción se suele utilizar un fragmento de costilla que incluya la unión costocondral, aunque en ocasiones se puede reconstruir la zona remodelando simplemente la cabeza condilar («afeitado condilar»). Es preferible optar por la osteotomía

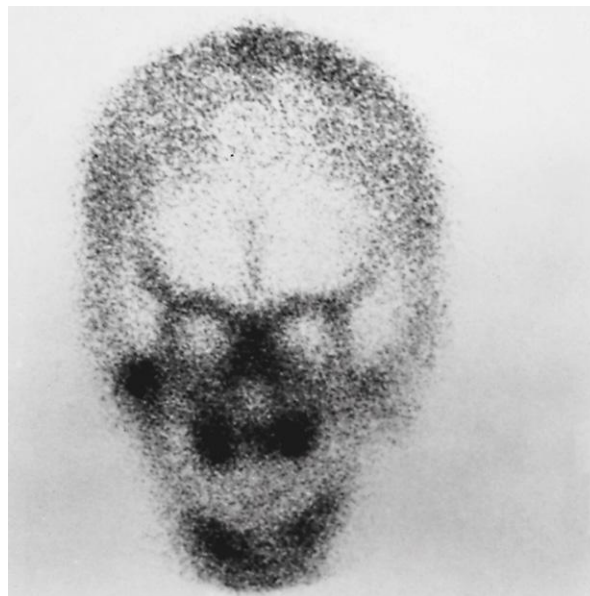


FIGURA 7-47 Gammaografía ósea con Tc^{99m} (proyección de Towne con la boca abierta) de un niño de 10 años con posible hiperplasia del cóndilo mandibular derecho. Obsérvese la «mancha caliente» en la zona del cóndilo derecho y la diferencia de captación del isótopo entre los lados derecho e izquierdo. Normalmente, la erupción de los dientes y la aposición de hueso en los procesos alveolares producen imágenes muy intensas a lo largo de las arcadas dentales.

de la rama asimétrica, ya que conviene evitar la manipulación quirúrgica de la ATM siempre que sea posible. Sin embargo, esto implica que el crecimiento anómalo debe haber cesado ya o, en un paciente más joven, que cesará en un período de tiempo razonable. En la práctica, en los casos más graves y de crecimiento más rápido suele ser necesario extirpar el cóndilo, mientras que para los problemas menos graves suele optarse por una osteotomía de la rama mandibular.

Se puede utilizar el isótopo Tc^{99m} , que demuestra afinidad por el hueso, para distinguir entre un cóndilo que crece de forma activa y rápida y un cóndilo agrandado que ha dejado ya de crecer. Este isótopo de vida media corta y emisor de rayos γ se concentra en las zonas de depósito óseo activo. En las gammaografías con Tc^{99m} de las estructuras orales se observa generalmente una actividad muy intensa alrededor del reborde alveolar, especialmente en aquellas zonas en las que están erupcionando los dientes. Normalmente, los cóndilos no son zonas que produzcan imágenes intensas, y un cóndilo «caliente» es indicio de crecimiento activo en esa zona (fig. 7-47).

Desgraciadamente, aunque no son frecuentes los falsos positivos, sí son bastante frecuentes los falsos negativos y una gammaografía ósea negativa de los cóndilos no permite descartar el crecimiento hiperplásico de un cóndilo. Una respuesta condilar unilateral positiva en una gammaografía ósea indica que probablemente habrá que realizar una condilectomía, mientras que una respuesta negativa significa que hay que seguir vigilando el crecimiento continuado antes de recurrir a la cirugía.

Labio leporino y paladar hendido

Generalmente, los pacientes con labio leporino y paladar hendido necesitan tratamiento ortodóncico extenso y prolongado. Estos pacientes pueden requerir tratamiento ortodóncico en alguna de estas cuatro etapas o en todas ellas: 1) durante la lactancia, antes de la reparación quirúrgica inicial del labio; 2) durante las fases de dentición primaria tardía y dentición mixta precoz; 3) en las fases de dentición mixta tardía y dentición permanente precoz, y 4) hacia el final de la adolescencia, una vez completado el crecimiento facial, en combinación con cirugía ortognática. En el cuadro 7-8 se expone la cronología habitual de tratamiento, y en la sección siguiente se describen los diferentes tratamientos.

Ortopedia en lactantes

Prácticamente todos los lactantes con labio leporino y paladar hendido presentan una arcada superior deformada en el momento de nacer. En los pacientes con hendidura bilateral, el segmento premaxilar suele estar desplazado anteriormente y los segmentos maxilares posteriores están colapsados lingualmente por detrás de aquel (fig. 7-48). En lactantes con hendidura palatina unilateral se observan deformaciones menos acusadas (fig. 7-49, A y B). Si la arcada está muy deformada, el cierre quirúrgico del labio (que normalmente se realiza en las primeras semanas de vida) puede resultar muy complicado. Para preparar adecuadamente el labio puede que haya que practicar una intervención ortodóncica con el objeto de recolocar los segmentos y retrotraer el segmento premaxilar prominente hacia la arcada. Esta «ortopedia infantil» es uno de los pocos casos en los que puede estar indicado el tratamiento ortodóncico de un neonato, antes de que erupcione ningún diente.

Un niño con hendidura bilateral puede necesitar dos tipos de movimiento del segmento maxilar. En primer lugar, hay que expandir lateralmente los segmentos maxilares posteriores colapsados; y después se puede ejercer presión sobre el premaxilar para recolocarlos en su posición más o menos correcta dentro de la arcada. Para ello se puede aplicar una banda elástica ligera sobre el segmento anterior, se puede usar un aparato ortodóncico clavado a los segmentos y que genere una fuerza contráctil sobre los mismos, o incluso se puede ejercer presión con el labio reparado si la reparación se lleva a cabo después de la expansión lateral. Los pacientes con una protrusión muy marcada pueden requerir un aparato sujeto con agujas a los segmentos maxilares, mientras que en aquellos con problemas menos graves puede bastar una banda elástica o la presión del propio labio.

En los lactantes, los segmentos pueden recolocarse con sorprendente rapidez y facilidad, de tal manera que el período de tratamiento activo es de algunas semanas como mucho. Si está indicada la movilización prequirúrgica de los segmentos maxilares, esta suele realizarse a partir de las 3-6 semanas de vida, de manera que el labio puede cerrarse en unas 10 semanas, aproximadamente. Tras el cierre del labio se usa durante algunos meses una placa pasiva, parecida a un retenedor ortodóncico (v. fig. 7-49, C y D).

Poco después de este tratamiento, aquellos lactantes que se han sometido a tratamiento ortopédico prequirúrgico presentan mucho mejor aspecto que aquellos que no han recibido ningún tratamiento. No obstante, con el paso de los años resulta cada vez más difícil diferenciar entre los pacientes a los que se les han

CUADRO 7-8

SECUENCIA DEL TRATAMIENTO PARA LOS PACIENTES CON PALADAR HENDIDO

2-4 semanas	Cierre del labio (¿ortopedia infantil?)
12-18 meses	Cierre del paladar
7-8 años	Alineación de los incisivos superiores
7-9 años	Injerto óseo alveolar (<i>antes de la erupción del incisivo lateral, si está presente, o del canino</i>)
Adolescencia	Tratamiento ortodóncico general ¿Revisión de labio/nariz?
Final de la adolescencia	¿Cirugía ortognática?



FIGURA 7-48 En esta fotografía de un lactante con labio leporino y hendidura palatina bilaterales se aprecia el desplazamiento anterior del segmento premaxilar y el colapso medial de los segmentos maxilares laterales. Este desplazamiento de segmentos se observa casi siempre en lactantes con hendiduras bilaterales. En la boca del niño se puede ver un aparato de expansión, usado para crear espacios para poder retraer el premaxilar.

recolocado los segmentos en la lactancia y aquellos a los que no se les ha realizado este tratamiento. Los efectos beneficiosos a corto plazo son mucho más impresionantes que los efectos a largo plazo.³³ En algunos lactantes con los segmentos muy descolocados (algo que se observa casi exclusivamente en casos de labio leporino y paladar hendido bilaterales), la ortopedia prequirúrgica durante la lactancia sigue siendo de alguna utilidad. Sin embargo, en la mayoría de los casos de labio leporino o paladar hendido no se recurre al ortodoncista para que recolocase los segmentos. Si los segmentos están protruidos, se puede reparar el labio en dos tiempos: primero se junta el labio para conseguir una fuerza elástica del propio labio, y algún tiempo después se procede a la reparación labial definitiva.

En algunos centros se aplicaban injertos óseos a través del alvéolo hendido poco después de la ortopedia infantil para estabilizar la posición de los segmentos. Aunque todavía hay algunos partidarios de esta técnica, la mayoría considera que está contraindicado el injerto precoz del proceso alveolar debido a que tiende a interferir en el crecimiento posterior. Conviene posponer los injertos óseos alveolares hasta la fase de dentición mixta precoz.

El texto continúa en la página 274.



FIGURA 7-49 Seguimiento a largo plazo del tratamiento de una niña con labio leporino y paladar hendido unilaterales (hasta la fig. 7-50). **A** y **B**. A las 8 semanas de vida, antes de la reparación del labio. Obsérvese el desplazamiento de los segmentos alveolares en el lado de la hendidura. **C** y **D**. A las 9 semanas de vida, tras el cierre del labio. Se ha fijado una placa palatina para controlar los segmentos alveolares, al mismo tiempo que la presión de los labios los moldea en su posición. **E** y **F**. A la edad de 2 años, antes del cierre del paladar. **G**. A la edad de 8 años, tras la erupción de los incisivos superiores. **H**. A los 9 años, alineación de los incisivos como preparativo para un injerto óseo alveolar.



FIGURA 7-49 (cont.) I. Radiografía panorámica, a los 9 años, justo antes del injerto óseo. J. Radiografía panorámica, a los 12 años, una vez completado el tratamiento ortodóncico; se puede ver el relleno óseo del lado de la hendidura.



FIGURA 7-50 **A.** A los 11 años, el primer premolar traspuesto está erupcionando en la zona injertada. **B.** El primer premolar en la posición del incisivo lateral, hacia el final del tratamiento ortodóncico activo, a los 12 años de edad. Un diente que erupciona en una zona injertada o que se desplaza ortodóncicamente hacia esa zona estimula la formación de nuevo tejido óseo, que cierra la hendidura. Dado que los dientes arrastran hueso alveolar y que ese hueso se pierde cuando no hay dientes presentes, esta es la única manera de reparar completamente una hendidura alveolar. **C y D.** Fotografías faciales y **(E y F)** intraorales, a la edad de 12 años.



FIGURA 7-50 (cont.) G y H. Fotografías faciales e (I y J) intraorales, a la edad de 21 años. En este momento, la oclusión es estable y apenas se identifican las fisuras facial y alveolar. Aunque la reparación palatina resulta evidente al examinar la boca, no tiene consecuencias estéticas ni funcionales.

Tratamiento en las fases de dentición primaria tardía y dentición mixta precoz

Muchos de los problemas ortodóncicos de los niños con paladar hendido durante las fases de dentición primaria tardía y mixta precoz no se deben a la propia hendidura palatina, sino a los efectos de la reparación quirúrgica. Aunque las técnicas para reparar el labio leporino y el paladar hendido han mejorado muchísimo en años recientes, el cierre del labio constriñe inevitablemente la parte anterior de la arcada superior, y el cierre de una hendidura palatina provoca cuando menos algún grado de constricción lateral. Debido a ello, los pacientes con paladar hendido que se someten a tratamiento quirúrgico tienden a la mordida cruzada anterior y lateral, algo que no se observa en pacientes con hendiduras no tratadas. Este resultado no constituye un argumento en contra de la reparación quirúrgica del labio y el paladar, necesaria por razones estéticas y funcionales (dicción). Significa simplemente que el tratamiento de ortodoncia debe considerarse como parte del proceso de habilitación del paciente.

En muchos casos, la intervención ortodóncica resulta innecesaria hasta que empiezan a erupcionar los incisivos permanentes, pero suele ser imperativa en ese momento (v. fig. 7-49, E-J). Cuando aparecen los dientes permanentes, los incisivos superiores tienden a erupcionar rotados y frecuentemente en mordida cruzada. El objetivo principal del tratamiento ortodóncico en ese momento consiste en corregir la posición de los incisivos y preparar al paciente para un injerto óseo alveolar.

Lo que se pretende es que erupcione un diente permanente a través de la zona injertada para que oblitere la hendidura. Cuando un diente erupciona, arrastra hueso consigo, formando nuevo tejido óseo más allá de los límites del injerto previo.³⁴ Si están presentes los incisivos laterales permanentes, el injerto debe colocarse hacia los 7 años de edad, antes de que erupcionen. Si faltan los laterales, dicho injerto puede retrasarse, si bien ha de llevarse a cabo antes de que erupcionen los caninos permanentes. Antes de realizar el injerto alveolar debe completarse la necesaria alineación de los incisivos o la expansión de los segmentos posteriores. Los injertos alveolares constituyen ya una parte rutinaria del tratamiento contemporáneo, y es muy importante aplicarlos en el momento correcto.

Tratamiento en la fase de dentición permanente precoz

Al erupcionar los caninos y los premolares puede desarrollarse una mordida cruzada posterior, especialmente en el lado de la hendidura en los pacientes con hendidura unilateral, y los dientes pueden quedar mal alineados (fig. 7-50). Cuanto mejor haya sido el resultado de la cirugía, menos problemas surgirán, pero prácticamente en todos los casos habrá que utilizar aparatos ortodóncicos fijos en la dentición mixta tardía o permanente precoz. Al erupcionar los caninos, la hendidura injertada se llena de nuevo tejido óseo, lo que permite cerrar los espacios de los dientes ausentes, y esto constituye ahora un objetivo prioritario de esta fase de tratamiento (v. fig. 7-49, I y J).³⁵

Si no es posible cerrar los espacios, puede que haya que movilizar ortodóncicamente los dientes para utilizarlos como pilares para una prótesis fija eventual. En estos casos, puede resultar muy útil un puente adherido con resina a modo de sustituto semipermanente de los dientes que faltan. El tratamiento ortodóncico suele completarse a la edad de 14 años, pero en muchos casos no se puede colocar un puente permanente hasta los 17 o 18 años de edad. Un puente fijo semipermanente es preferible al

uso prolongado de un retenedor de quita y pon con un diente de repuesto. Los implantes dentales no resultan apropiados para las zonas hendidas.

Cirugía ortognática para pacientes con labio leporino y paladar hendido

En algunos pacientes con labio leporino y paladar hendido (con mayor frecuencia en los hombres que en las mujeres), la prolongación del crecimiento mandibular tras la conclusión del tratamiento ortodóncico activo favorece el rebrote de las mordidas cruzadas anterior y lateral. Esto se debe no tanto a un crecimiento excesivo del maxilar inferior como a un menor crecimiento del maxilar superior, tanto en sentido anteroposterior como vertical, y se observa actualmente con menor frecuencia debido a los avances de la cirugía para el labio leporino/paladar hendido en los últimos años. Puede que haya que recurrir a la cirugía ortognática para bajar y adelantar el maxilar superior deficitario como fase final del tratamiento de un paciente con labio leporino o paladar hendido, generalmente hacia los 18 años de edad, si es necesario. En ocasiones, también puede ser necesario retrasar quirúrgicamente el maxilar inferior. Posteriormente, se puede llevar a cabo la restauración definitiva para reponer los dientes que puedan faltar. Tras el avance maxilar, los pacientes con hendidura palatina suelen necesitar un colgajo faríngeo para controlar la fuga de aire por la nariz.

En los últimos años también ha disminuido considerablemente el número de adolescentes con paladar hendido o labio leporino que necesitan reposición protésica de los dientes ausentes o cirugía ortognática para corregir la deficiencia maxilar. Actualmente, el tratamiento habitual consiste en una intervención palatina atraumática que apenas interfiere en el crecimiento, y en el cierre del espacio edéntulo, por medio de injertos alveolares durante la dentición mixta precoz.

Bibliografía

1. Betts NJ, Vanarsdall RJ, Barber HD, et al. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthod Orthogn Surg* 10:75-96, 1995.
2. Bowman SJ, Johnston LE. The esthetic impact of extraction and non-extraction treatments on Caucasian patients. *Angle Orthod* 70: 3-10, 2000.
3. Kim E, Gianelly AA. Extraction vs non-extraction: arch widths and smile esthetics. *Angle Orthod* 73:354-358, 2003.
4. Nimkarn Y, Miles PG, O'Reilly MT, et al. The validity of maxillary expansion indices. *Angle Orthod* 65:321-326, 1995.
5. Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR, et al. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax and quad-helix appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136:331-339, 2009.
6. Pancherz H, Fackel U. The skeletofacial growth pattern pre- and post-dentofacial orthopedics. *Eur J Orthod* 12:209-218, 1990.
7. Tulloch JFC, Proffit WR, Phillips C. Permanent dentition outcomes in a two-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 125:657-667, 2004.
8. King GJ, McGorray SP, Wheeler TT, et al. Comparison of peer assessment ratings (PAR) from 1-phase and 2-phase treatment protocols for Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 123:489-496, 2003.
9. O'Brien K, Wright J, Conboy F, et al. Early treatment for Class II division 1 malocclusion with the twin-block appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:573-579, 2009.
10. Luppapornlap S, Johnston LE. The effects of premolar extraction: a long-term comparison of outcomes in "clear-cut" extraction and nonextraction Class II patients. *Angle Orthod* 63:257-272, 1993.

11. Beattie JR, Paquette DE, Johnston LE. The functional impact of extraction and non-extraction treatments: A long-term comparison in patients with "borderline," equally susceptible Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 105:444-449, 1994.
12. Polat-Ozsoy O, Kircelli BH, Arman-Ozcirpici A, et al. Pendulum appliances with 2 anchorage designs: conventional anchorage vs. bone anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133(339):e9-e17, 2008.
13. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. Cephalometric variables predicting long-term success or failure of combined RPE and face mask therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 126:16-22, 2004.
14. Wells AW, Sarver DM, Proffit WR. Long-term efficacy of reverse-pull headgear therapy. *Angle Orthod* 76:915-922, 2006.
15. Kircelli BH, Pektas ZO. Midfacial protraction with skeletally anchored face mask therapy: a novel approach and preliminary results. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 122:349-352, 2008.
16. DeClerck H, Cevidanes L, Baccetti T. Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:577-581, 2010.
17. Heymann GC, Cevidanes L, Cornelis M, et al. Three-dimensional analysis of maxillary protraction with intermaxillary elastics to miniplates. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:274-284, 2010.
18. Burns NR, Musich DR, Martin C et al. Class III camouflage treatment: what are the limits? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:9e1-e13; eds summary 137:9-11, 2010.
19. Freeman CS, McNamara JA, Baccetti T, et al. Treatment effects of the bionator and high-pull facebow combination followed by fixed appliances in patients with increased vertical dimensions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 131:184-195, 2007.
20. Phillips C, Hill BJ, Cannac C. The influence of video imaging on patients' perceptions and expectations. *Angle Orthod* 65:263-270, 1995.
21. Parekh J, Fields H, Beck M, et al. The perception of selected aspects of smile esthetics—smile arcs and buccal corridors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 129:711-717, 2006.
22. Ker AJ, Chan R, Fields HW, et al. Esthetic and smile characteristics from the layperson's perspective: a computer-based survey study. *J Am Dent Assoc* 139:1318-1327, 2008.
23. Kokich VO, Kinzer GA. Managing congenitally missing lateral incisors. Part I. Canine substitution. *J Esthet Restor Dent* 17:5-10, 2005; Part II. Tooth-supported restorations, 17:76-84, 2005; Part III. Implants, 17:202-210, 2005.
24. Sfikas PM. A duty to disclose: issues to consider in securing informed consent. *J Am Dent Assoc* 134:1329-1333, 2003.
25. Mortensen MG, Kiyak HA, Omnell L. Patient and parent understanding of informed consent in orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 124:541-550, 2003.
26. Kutner M, Greenberg E, Jin Y et al. The health literacy of America's adults: results from the 2003 National Assessment of Adult Literacy. US Department of Education, National Center for Education Statistics. NCES 2006-483.
27. Carr KM, Fields HW, Beck FM et al. Improving orthodontic informed consent: a new approach. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, in press.
28. Kang EY, Fields HW, Kiyak A, et al. Informed consent recall and comprehension in orthodontics: traditional versus improved readability and processability methods. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136(488):e1-e13, 2009.
29. Bandura A, Barbaranelli C, Capara GV, et al. Self-efficacy beliefs as shapers of children's aspirations and career trajectories. *Child Development* 72:187-206, 2001.
30. Llamas-Carreras JM, Amarilla A, Solano E, et al. Study of external root resorption during orthodontic treatment in root filled teeth compared with their contralateral teeth with vital pulps. *Int Endod J* 43:654-662, 2010.
31. Ststrup P, Kristensen KD, Kuseler A, et al. Reduced mandibular growth in experimental arthritis in the TM joint treated with intra-articular corticosteroids. *Eur J Orthod* 30:111-119, 2008.
32. Eslami B, Behnia H, Javadi H, et al. Histopathologic comparison of normal and hyperplastic condyles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 96:711-717, 2003.
33. Bongaarts CAM, Prah Andersen B, Bronkhorst EW, et al. Infant orthopedics and facial growth in complete unilateral cleft lip and palate until six years of age (Dutchcleft). *Cleft Palate Craniofac J* 46:654-663, 2009.
34. Goudy S, Lott D, Burton R, et al. Secondary alveolar bone grafting: outcomes, revisions and new applications. *Cleft Palate Craniofac J* 46:610-612, 2009.
35. Oosterkamp BCM, Dijkstra PU, Rimmelink HJ, et al. Orthodontic space closure versus prosthetic replacement of missing upper lateral incisors in patients with bilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 47:591-596, 2010.

Página deliberadamente en blanco

BIOMECÁNICA, MECÁNICA Y APARATOS ORTODÓNCICOS ACTUALES

El tratamiento ortodóncico depende de la reacción de los dientes, y en un sentido más amplio, de las estructuras faciales a la aplicación de fuerzas leves, pero persistentes. En el contexto ortodóncico, el término biomecánica se emplea habitualmente para designar las reacciones de las estructuras dentales y faciales a las fuerzas ortodóncicas, mientras que el término mecánica se reserva para las propiedades de los componentes estrictamente mecánicos de los aparatos ortodóncicos. En esta sección analizaremos, en el capítulo 8, las respuestas biológicas a las fuerzas ortodóncicas en las que se basa la biomecánica, y se revisan y evalúan las nuevas posibilidades para acelerar la velocidad del movimiento del diente. El capítulo 9, que abarca el diseño y la aplicación de la aparatología ortodóncica, está dedicado fundamentalmente a la mecánica, pero también incluye algunas consideraciones biomecánicas e introducimos las aplicaciones del anclaje esquelético temporal, que se describen más detalladamente en el capítulo 10.

El tratamiento ortodóncico contemporáneo implica el uso de aparatos fijos y de quita y pon. La primera parte del capítulo 10 describe todos los tipos de aparatos de quita y pon que se utilizan en nuestros días, enfatizando el estudio de los componentes para diseñar aparatos funcionales para

cada caso y cada paciente, así como con respecto a las consideraciones importantes para el tratamiento con alineadores transparentes.

En los primeros años del siglo XXI se han producido cambios importantes en los aparatos fijos, cambios que se revisan en la segunda parte del capítulo 10. El principio del aparato lateral o de arco de canto —el control del movimiento de los dientes mediante arcos de alambre rectangulares en una ranura rectangular—, sigue siendo la base de la terapia con aparatología fija contemporánea, pero se han producido cambios en la fabricación de los brackets y los alambres conforme adquiere cada vez mayor importancia el diseño y la fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM) en el campo del diseño y la producción. Ya se han solventado en gran medida los importantes problemas que limitaban el uso de aparatos linguales fijos. El anclaje esquelético, basado en el uso de miniplacas con tornillos múltiples y de tornillos óseos alveolares, se ha convertido en poco tiempo en una parte importante del tratamiento contemporáneo. En el capítulo 10 y en capítulos sucesivos dedicados al tratamiento global evaluamos estos cambios experimentados por la aparatología dentro del contexto de los datos sobre los resultados clínicos obtenidos con los mismos.

CAPÍTULO

8

BASES BIOLÓGICAS DEL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

RESPUESTA PERIODONTAL Y ÓSEA A LA FUNCIÓN NORMAL

- Estructura y función del ligamento periodontal
- Respuesta a la función normal
- Papel del ligamento periodontal en la erupción y la estabilización dental

RESPUESTA DEL LIGAMENTO PERIODONTAL Y EL HUESO A LAS FUERZAS MANTENIDAS

- Control biológico del movimiento dental
- Efectos de la magnitud de las fuerzas
- Efectos de la distribución de las fuerzas y tipos de movimiento dental
- Efectos de la duración de las fuerzas y la disminución de las mismas
- Efectos de los fármacos sobre la respuesta a las fuerzas ortodóncicas
- Efectos de las lesiones locales: corticotomía y movimiento dental acelerado

EL ANCLAJE Y SU CONTROL

- Anclaje: resistencia al movimiento dental no deseado

EFFECTOS PERJUDICIALES DE LAS FUERZAS ORTODÓNCICAS

- Movilidad y dolor como consecuencia del tratamiento ortodóncico
- Efectos sobre la pulpa
- Efectos sobre la estructura de las raíces
- Efectos del tratamiento sobre la altura del hueso alveolar

EFFECTOS ESQUELÉTICOS DE LAS FUERZAS ORTODÓNCICAS: MODIFICACIÓN DEL CRECIMIENTO

- Principios de la modificación del crecimiento
- Efectos de las fuerzas ortodóncicas sobre el maxilar y el tercio medio facial
- Efectos de las fuerzas ortodóncicas sobre la mandíbula

El tratamiento ortodóncico se basa en el principio de que si se aplica una presión prolongada sobre un diente, se producirá una movilización del mismo al remodelarse el hueso que lo rodea. El hueso desaparece selectivamente de unas zonas y va añadiéndose a otras. Esencialmente, el diente se desplaza a través del hueso, arrastrando consigo su aparato de anclaje, al producirse la migración del alvéolo dental. Dado que la respuesta ósea está mediada por el ligamento periodontal, el movimiento dental es fundamentalmente un fenómeno de dicho ligamento.

Las fuerzas aplicadas a los dientes también pueden influir en el patrón de aposición y reabsorción óseas en puntos alejados de los dientes, sobre todo en las suturas del maxilar y las superficies óseas de ambos lados de la articulación temporomandibular (ATM). Por otra parte, actualmente podemos aplicar fuerzas sobre implantes colocados en el maxilar superior o inferior para modificar el crecimiento en las suturas maxilares y del cóndilo mandibular. Por consiguiente, la respuesta biológica al tratamiento ortodóncico no solo comprende la respuesta del ligamento periodontal, sino también la de zonas en crecimiento ajenas a la dentición.

En este capítulo comentaremos inicialmente la respuesta de las estructuras periodontales a las fuerzas ortodóncicas, considerando a continuación la respuesta de las zonas óseas alejadas de la dentición, basándonos en los conceptos del crecimiento normal que se analizan en los capítulos 2-4.

RESPUESTA PERIODONTAL Y ÓSEA A LA FUNCIÓN NORMAL

Estructura y función del ligamento periodontal

Cada diente está fijado al hueso alveolar y separado del alvéolo adyacente por una fuerte estructura colagenosa de sujeción: el ligamento periodontal (LPD). En circunstancias normales, el LPD ocupa un espacio de unos 0,5 mm de anchura alrededor

de toda la raíz. El principal componente del ligamento es, con diferencia, una red de fibras de colágeno paralelas, que se insertan en el cemento de la superficie radicular a un lado y en la lámina dura (una placa ósea relativamente densa) al otro lado. Estas fibras de sujeción discurren en un ángulo determinado y se fijan más lejos apicalmente sobre el diente que sobre el hueso alveolar adyacente. Como es lógico, esta disposición permite resistir el desplazamiento previsible del diente durante la función normal (fig. 8-1).

Aunque la mayor parte del espacio del LPD está ocupado por los haces de fibras colagenosas que constituyen la inserción ligamentosa, también hay que considerar otros dos componentes importantes del ligamento: 1) los elementos celulares, que incluyen células mesenquimatosas de diversos tipos, así como elementos vasculares y neurales, y 2) los líquidos hísticos. Ambos desempeñan un papel importante en la función normal y posibilitan los movimientos ortodóncicos de los dientes.

Los principales elementos celulares del LPD son células mesenquimatosas indiferenciadas y su progenie, en forma de fibroblastos y osteoblastos. El colágeno del ligamento se remodela y renueva constantemente durante la función normal. Las mismas células pueden actuar como fibroblastos, produciendo nuevos materiales para la matriz de colágeno, y como fibroclastos, destruyendo el colágeno sintetizado previamente.¹ También son constantes la remodelación y la reestructuración del alvéolo óseo y del cemento radicular, aunque a menor escala, como respuesta a la función normal.

Los fibroblastos del LPD poseen propiedades parecidas a las de los osteoblastos, y probablemente surja nuevo tejido óseo alveolar formado por osteoblastos que se han diferenciado de la población celular local.² El hueso y el cemento son eliminados

por osteoclastos especializados y cementoclastos, respectivamente. Estas células gigantes multinucleadas se diferencian bastante de los osteoblastos y cementoblastos que producen hueso y cemento. A pesar de los años de investigación dedicados a ello, su origen sigue siendo controvertido. La mayoría son de origen hematógeno; algunas pueden derivar de células progenitoras que se localizan en la zona local, pero no de las células osteoprogenitoras locales.³

Aunque el LPD no está muy vascularizado, contiene vasos sanguíneos y células del sistema vascular. También incluye terminaciones nerviosas, tanto terminaciones libres amielínicas relacionadas con la percepción del dolor como receptores más complejos relacionados con la información sobre la presión y la posición (propiocepción).

Por último, conviene señalar que el espacio del LPD está lleno de líquido, que es el mismo que se puede encontrar en los restantes tejidos y que se deriva en última instancia del sistema vascular. Una cámara llena de líquido con paredes porosas, pero que retienen dicho líquido, podría ser la descripción de un amortiguador de golpes, y en una función normal el líquido hace que el espacio del LPD actúe como tal.

Respuesta a la función normal

Durante la masticación, los dientes y las estructuras periodontales están sometidos a fuerzas intensas e intermitentes. Los contactos entre los dientes duran 1 s o menos; las fuerzas son bastante intensas: desde 1-2 kg al masticar productos blandos hasta los 50 kg que se alcanzan al masticar un objeto más resistente. Cuando un diente se ve sometido a sobrecargas importantes de este tipo, el líquido hístico incompresible evita un rápido desplazamiento del diente dentro del espacio del LPD. En su lugar, la fuerza se transmite al hueso alveolar, que se deforma en respuesta a la misma.

El grado de deformación ósea no suele apreciarse durante la función maxilar normal (y de otros elementos esqueléticos del cuerpo). El cuerpo de la mandíbula se dobla al abrir y cerrar la boca, aunque no existan fuerzas masticatorias muy intensas. Al abrirla por completo, la distancia entre los molares inferiores disminuye en 2 o 3 mm. Durante la masticación intensa, cada uno de los dientes se desplaza ligeramente al deformarse el hueso del proceso alveolar para permitir este fenómeno, y las tensiones de deformación se transmiten a distancias considerables. El hueso que se deforma como respuesta de la función normal genera corrientes piezoeléctricas (fig. 8-2) que parecen ser un estímulo importante para la reconstrucción y reparación esqueléticas (v. comentario más adelante en este capítulo). Este es el mecanismo por el que la arquitectura ósea se adapta a las demandas funcionales.

Durante el primer segundo de aplicación de la presión, muy poco líquido sale del espacio del LPD. Sin embargo, si se mantiene la presión sobre un diente, se exprime el líquido con rapidez y el diente se desplaza dentro del espacio del LPD, y se comprime al propio ligamento contra el hueso adyacente. No debe sorprendernos que ello provoque dolor. El dolor suele percibirse tras 3-5 s de fuerza intensa e indica que el líquido ha salido y que el LPD está recibiendo directamente la presión en esa cantidad de tiempo (tabla 8-1). La resistencia que oponen los líquidos hísticos permite la masticación normal, sin que las fuerzas que actúan durante 1 s o menos lleguen a producir dolor.

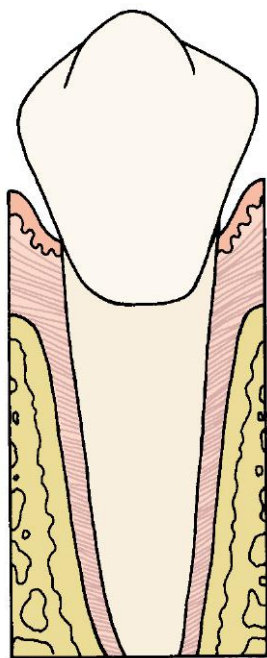


FIGURA 8-1 Representación esquemática de las estructuras periodontales (hueso en rojo pálido). Obsérvese la angulación de las fibras del ligamento periodontal.

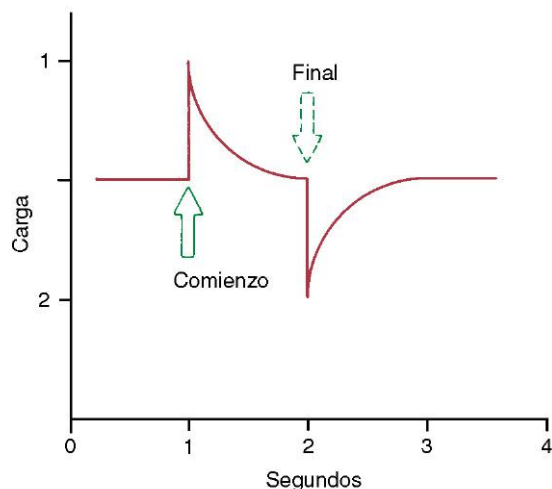


FIGURA 8-2 Cuando se aplica una fuerza a una estructura cristalina (como el hueso o el colágeno), se produce un flujo de corriente que decae rápidamente. Al dejar de aplicarla, se observa un flujo de corriente contrario. Este efecto piezoeléctrico se debe a la migración de los electrones en la red cristalina.

TABLA 8-1

Respuesta fisiológica a la aplicación de una presión intensa sobre un diente

Tiempo (segundos)	Respuesta
<1	El líquido del LPD no se comprime, el hueso alveolar se flexiona, se genera una señal piezoeléctrica
1-2	Se exprime el líquido del LPD, el diente se mueve dentro del espacio del LPD
3-5	Sale el líquido del LPD, los tejidos se comprimen; dolor inmediato si la presión es intensa

LPD, ligamento periodontal.

Aunque el LPD está perfectamente adaptado para resistir fuerzas de escasa duración, pierde rápidamente su capacidad de adaptación al salir el líquido hístico de su zona de confinamiento. Una fuerza prolongada, aunque sea de escasa magnitud, provoca una respuesta fisiológica diferente, la remodelación del hueso adyacente. La movilización ortodóncica de los dientes es posible gracias a la aplicación de fuerzas prolongadas. Además, las fuerzas leves y prolongadas del entorno natural (las fuerzas de los labios, las mejillas o la lengua sobre los dientes) tienen la misma capacidad que las fuerzas ortodóncicas para provocar el desplazamiento de los dientes a una posición diferente (v. comentario sobre los factores de equilibrio en el capítulo 5).

Papel del ligamento periodontal en la erupción y la estabilización dental

El fenómeno de la erupción dental da a entender que las fuerzas generadas dentro del propio LPD pueden producir el movimiento

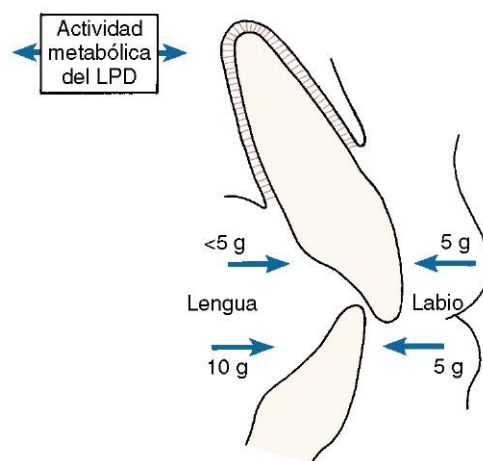


FIGURA 8-3 Las presiones en reposo de los labios o las mejillas y la lengua no suelen estar equilibradas. En algunas zonas, como la mandibular anterior, la presión lingual es mayor que la labial. En otras, como la región de los incisivos superiores, la presión lingual es mayor. La estabilización activa producida por los efectos metabólicos en el ligamento periodontal (LPD) explica probablemente la estabilidad de los dientes en presencia de presiones desequilibradas que de otra forma provocarían la movilización dental.

de los dientes. Una vez que un diente emerge en la boca, el resto de la erupción depende de una serie de procesos metabólicos en el seno del LPD, como la formación, el desarrollo de los enlaces cruzados y la maduración y el acortamiento de las fibras de colágeno, aunque probablemente no se limiten solo a estos procesos (v. capítulo 3). Este proceso continúa durante la vida adulta, aunque a menor velocidad. Es frecuente que un diente cuyo antagonista ha sido extraído empiece a erupcionar de nuevo tras muchos años de aparente inactividad.

La presencia continuada de este mecanismo indica que no solo se puede producir la erupción de los dientes en las circunstancias adecuadas, sino también la estabilización activa de los mismos frente a fuerzas prolongadas de poca magnitud. Es frecuente que las presiones leves y prolongadas que actúan sobre los dientes no estén perfectamente equilibradas, como parecería necesario si no se produjeran movimientos dentales (fig. 8-3). Esto se explica probablemente por la capacidad del LPD para generar fuerza y contribuir así al conjunto de fuerzas que determinan la situación de equilibrio.

La estabilización activa implica también la existencia de un umbral para las fuerzas ortodóncicas, ya que cabe esperar que las fuerzas por debajo del nivel de estabilización no produzcan ningún efecto. Por supuesto, el umbral varía en función de las presiones que los tejidos blandos ya están soportando dentro del mecanismo de estabilización. En algunos experimentos, el umbral para las fuerzas ortodóncicas (si es que existe) parecía ser extremadamente bajo. En otras circunstancias, parecía existir un umbral algo superior, pero solo de unos cuantos gramos. El concepto actual es que la estabilización activa puede superar fuerzas prolongadas de unos pocos gramos, como mucho, tal vez hasta los 5-10 g/cm² que se suelen observar como magnitud de las presiones desequilibradas en reposo sobre los tejidos blandos.

RESPUESTA DEL LIGAMENTO PERIODONTAL Y EL HUESO A LAS FUERZAS MANTENIDAS

La respuesta a una fuerza mantenida sobre los dientes dependerá de la magnitud de la misma; las fuerzas intensas dan lugar a la aparición rápida de dolor, a la necrosis de los elementos celulares del LPD y al fenómeno de la «reabsorción basal» del hueso alveolar cercano al diente afectado (que comentaremos con más detalle en una sección posterior). Las fuerzas de menor intensidad son compatibles con la supervivencia de las células del LPD y con una remodelación del alvéolo dental mediante una «reabsorción frontal» relativamente indolora. En la práctica ortodóncica, lo que se pretende es conseguir el mayor movimiento dental posible mediante reabsorción frontal, aceptando que es probable que se produzcan algunas zonas de necrosis del LPD y de reabsorción basal, a pesar de nuestros esfuerzos para evitarlo.

Control biológico del movimiento dental

Antes de comentar detalladamente la respuesta a las fuerzas ortodóncicas, conviene analizar los mecanismos de control biológico que traducen el estímulo de la aplicación de una fuerza mantenida en una respuesta de movimiento ortodóncico de los dientes. En las dos teorías principales sobre el movimiento dental ortodóncico se citan dos posibles elementos de control: la electricidad biológica y la presión-tensión del LPD que afecta al flujo sanguíneo. La teoría bioeléctrica atribuye (al menos en parte) el movimiento dental a cambios en el metabolismo óseo controlados por las señales eléctricas que se generan por una ligera presión contra los dientes. La teoría de la presión-tensión achaca el movimiento dental a cambios celulares producidos por mensajeros químicos, que se piensa se generan por alteraciones en el flujo sanguíneo a través del LPD. Ciertamente, la presión y la tensión dentro del LPD podrían alterar el flujo sanguíneo, reduciendo (presión) o aumentando (tensión) el diámetro de los vasos sanguíneos. Ambas teorías no son incompatibles ni mutuamente excluyentes. Parece ser que ambos mecanismos pueden intervenir en el control biológico del movimiento dental.⁴

Electricidad biológica

Se pensaba que las señales eléctricas que podrían iniciar el movimiento dental en un primer momento eran de tipo piezoeléctrico. La piezoelectricidad es un fenómeno observado en muchas sustancias cristalinas por el que la deformación de la estructura cristalina produce un flujo de corriente eléctrica al desplazar los electrones de una parte de la red cristalina a otra. Se conoce desde hace muchos años la piezoelectricidad de muchos cristales inorgánicos como los de los huesos y se utiliza en la tecnología cotidiana (p. ej., la cápsula de cristal que llevan los tocadiscos más baratos). Los cristales orgánicos pueden ser piezoeléctricos, y un excelente ejemplo de ello es el colágeno del LPD.

Las señales piezoeléctricas tienen dos características poco habituales: 1) una decadencia muy rápida (es decir, cuando se aplica la fuerza, se crea una señal piezoeléctrica como respuesta,

que baja rápidamente a cero, aunque se mantenga la fuerza), y 2) la producción de una señal equivalente, de dirección opuesta, cuando la fuerza deja de actuar (v. fig. 8-2).

Ambas características se explican por la migración de los electrones en el seno de la red cristalina al distorsionarse con la presión. Cuando se deforma la estructura cristalina, los electrones emigran de un punto a otro y se observa un flujo de corriente eléctrica. Mientras la fuerza siga actuando, la estructura cristalina permanece estable y no se observan más fenómenos eléctricos. Sin embargo, cuando deja de actuar, el cristal recupera su forma original y se observa un flujo inverso de electrones. Con esta disposición, la actividad rítmica produciría una interrelación constante de flujos de corriente en una dirección y después en la otra, que se podría medir en forma de amperaje, mientras que la aplicación y liberación ocasional de fuerzas produce solo una señal ocasional de este tipo.

Los iones presentes en los líquidos que bañan el tejido óseo vivo interactúan con el complejo campo eléctrico que se forma al doblarse el hueso, generando señales eléctricas en forma de voltaje y también de cambios de temperatura. Debido a ello, se pueden detectar corrientes de convección y de conducción en los líquidos extracelulares, y estas corrientes dependen de las características de dichos líquidos. Los pequeños voltajes que se registran reciben el nombre de «potenciales de circulación». Aunque son diferentes de los flujos de corriente piezoeléctrica, estos voltajes tienen en común su rapidez de aparición y fluctuación al aplicar tensiones cambiantes sobre el hueso.

También existe un efecto piezoeléctrico inverso. La distorsión de la estructura cristalina y la aparición de una señal eléctrica no solo se debe a la aplicación de fuerza; la aplicación de un campo eléctrico puede hacer que un cristal se deforme, generando fuerza al hacerlo. La piezoelectricidad inversa no tiene ningún papel en los sistemas de control natural, al menos por lo que sabemos hasta la fecha, pero la aplicación de campos eléctricos externos podría generar potenciales de corriente, y es muy sugerente la posibilidad de utilizar ese fenómeno con intenciones terapéuticas.⁵

Ya no cabe duda alguna de que las señales generadas por las tensiones tienen importancia en el mantenimiento general del esqueleto. Sin esas señales, se pierde mineral óseo y se produce atrofia general del esqueleto, una situación que ha sido problemática en el caso de los astronautas, cuyos huesos no se flexionan en un entorno sin gravedad, como lo harían en condiciones de gravedad normales. Las señales que genera la deformación del hueso alveolar durante la masticación normal tienen seguramente la misma importancia para el mantenimiento del hueso alrededor de los dientes.

Por otra parte, las fuerzas mantenidas de este tipo que se emplean para inducir la movilización ortodóncica de los dientes no producen señales importantes generadas por las tensiones. Sin embargo, mientras se mantenga la fuerza no ocurrirá nada. Si las señales generadas por la tensión fueran importantes para producir el remodelado óseo asociado con la movilización ortodóncica de los dientes, sería mejor aplicar una presión vibratoria. Aunque los experimentos iniciales indican que una fuerza vibratoria mantenida presenta ventajas escasas o nulas para la movilización de los dientes,⁶ recientemente se ha revisado esta idea, que se analiza en la sección de este capítulo dedicada a las posibilidades de acelerar el movimiento dental. No obstante, todavía persiste la idea de que las señales generadas por la tensión, que son tan

importantes para la función esquelética normal, apenas tienen nada que ver con la respuesta al movimiento ortodóncico de los dientes.

Los campos electromagnéticos también pueden influir en los potenciales y la permeabilidad de la membrana celular, desencadenando cambios en la actividad celular. En los experimentos con animales, un campo electromagnético pulsátil aumentaba la velocidad del movimiento dental, acortando aparentemente la «fase de retraso» antes del comienzo de la movilización del diente.⁷ Sin embargo, parece muy improbable que los campos generados por pequeños imanes unidos a los dientes para mover los dientes (v. capítulo 9) puedan cambiar la biología elemental de la respuesta a la fuerza. Las hipótesis propuestas recientemente de que mover los dientes con la fuerza magnética generada reduce el dolor y la movilidad no están respaldadas por la evidencia.

Presión-tensión en el ligamento periodontal

La teoría clásica del movimiento dental sostiene que el estímulo para la diferenciación celular y, en última instancia, para el movimiento dental depende más de señales químicas que eléctricas. Los mensajeros químicos son importantes en la cascada

de acontecimientos que dan lugar a la remodelación del hueso alveolar y al movimiento dental, y tanto la compresión mecánica de los tejidos como las variaciones en el flujo sanguíneo pueden inducir su liberación. Dado que esta teoría explica razonablemente bien el curso de los acontecimientos,⁸ sigue siendo la base del siguiente comentario.

No cabe duda de que una presión mantenida sobre un diente hace que este cambie de posición dentro del espacio del LPD, comprimiendo el ligamento en algunas zonas y distendiéndolo en otras. En las células del ligamento induce el efecto mecánico de liberar citocinas, prostaglandinas y otros mensajeros químicos. Por otra parte, el flujo sanguíneo disminuye donde el LPD queda comprimido (fig. 8-4), y se mantiene o aumenta en los puntos de tensión del LPD (fig. 8-5). Las alteraciones del flujo sanguíneo inducen rápidos cambios en el entorno químico. Por ejemplo, los niveles de oxígeno disminuirán en la zona comprimida y los de dióxido de carbono (CO₂) aumentarán, mientras que en el lado sometido a tensión podría ocurrir lo contrario. Estos cambios químicos, actuando directamente o estimulando la liberación de otras sustancias biológicamente activas, estimularían más adelante la diferenciación y la actividad celulares. En esencia, este concepto del movimiento dental comprende

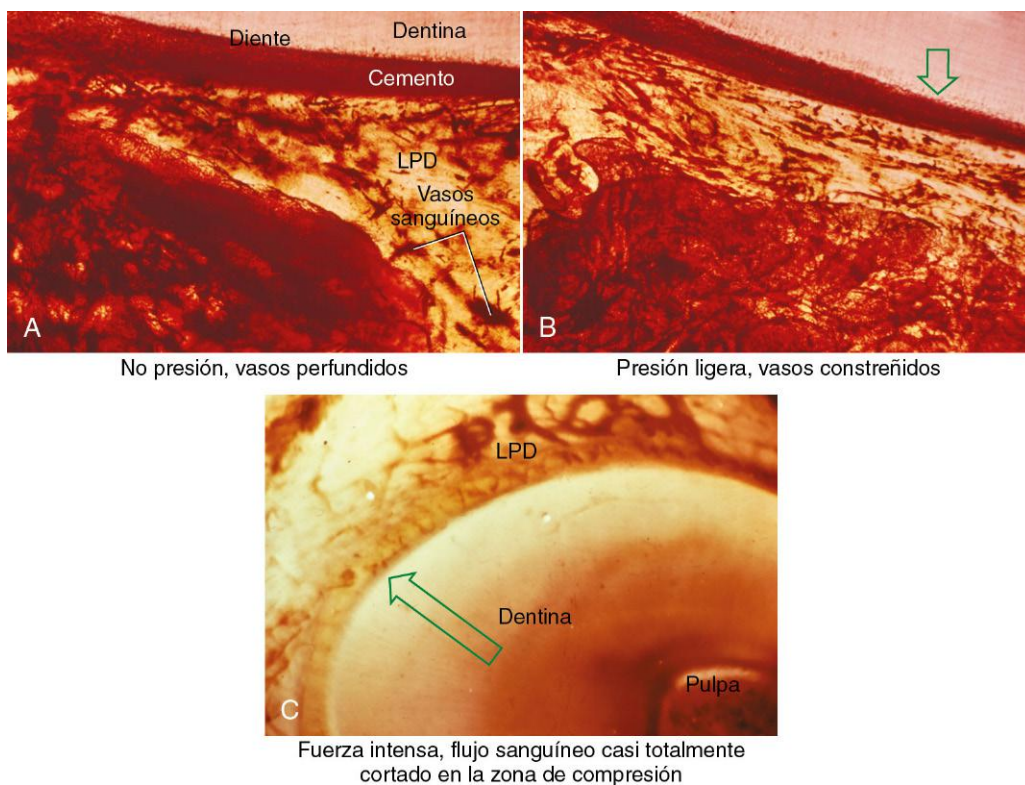
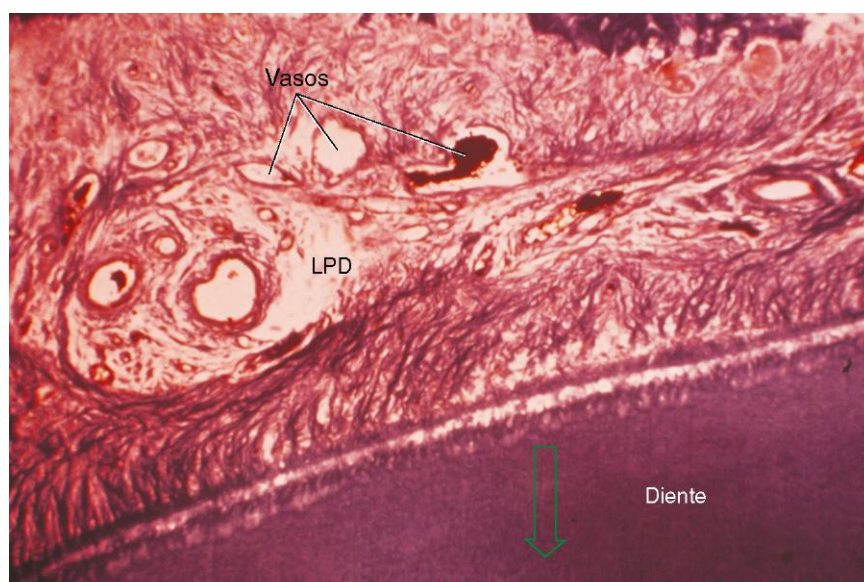


FIGURA 8-4 En animales experimentales se observan cambios en el flujo sanguíneo del ligamento periodontal (LPD) perfundiendo tinta de India en el aparato vascular mientras se sacrifica al animal. Los vasos se llenan de tinta de India, de forma que se puede apreciar fácilmente su tamaño. **A.** Perfusión normal del LPD; las zonas oscuras indican flujo sanguíneo. **B.** Fuerza de 50 g que comprime el LPD. Obsérvese la disminución en la cantidad de perfusión, pero aún hay suficiente flujo a través de la zona comprimida. **C.** Fuerza intensa con una obliteración casi completa del flujo sanguíneo en la zona comprimida. Esta muestra corresponde a un corte horizontal, con la raíz dental a la izquierda y la cámara pulpar asomando por la parte superior izquierda. El LPD está abajo y a la derecha. Se puede observar que los vasos han quedado comprimidos en la zona del LPD hacia la que se mueve el diente. Las células desaparecen de las zonas comprimidas y a veces se dice que la región queda hialinizada a causa de su parecido con las zonas de tejido conjuntivo hialino. (Por cortesía del Dr. F. E. Khouw.)



Lado de tensión: fibras estiradas, vasos sanguíneos ensanchados

FIGURA 8-5 En el lado contrario al de la dirección del movimiento dental, el espacio del ligamento periodontal (LPD) aumenta de tamaño y los vasos sanguíneos se dilatan. Pueden verse en el lado a tensión del LPD vasos expandidos que solo están parcialmente llenos. (Por cortesía del Dr. F. E. Khouw.)

tres fases: 1) compresión inicial de los tejidos y las alteraciones del flujo sanguíneo asociadas con la presión en el seno del LPD; 2) la formación y/o liberación de mensajeros químicos, y 3) la activación celular.

Efectos de la magnitud de las fuerzas

Cuanto más intensa sea la presión mantenida, mayor será la reducción del flujo sanguíneo a través de las zonas comprimidas de LPD, hasta el punto de que los vasos quedan totalmente colapsados y deja de fluir la sangre por ellos (fig. 8-6). Esta secuencia teórica se ha podido confirmar en experimentos con animales: al aumentar la fuerza que actúa sobre un diente, disminuye la perfusión del LPD en el lado de la compresión (v. figs. 8-4 y 8-5).⁹ Consideremos la secuencia cronológica de acontecimientos tras la aplicación de una fuerza ortodóncica y comparemos lo que sucede con fuerzas intensas y ligeras (tabla 8-2).

Cuando se aplica sobre un diente una fuerza ligera, pero prolongada, el flujo sanguíneo a través del LPD parcialmente comprimido disminuye tan pronto como los líquidos salen del espacio del LPD y el diente se mueve en su alvéolo (es decir, en unos segundos). Al cabo de algunas horas, como mucho, el cambio producido en el entorno químico induce un patrón de actividad celular diferente. Los experimentos con animales indican que se produce un aumento de los niveles de monofosfato de adenosina cíclico (AMPc), el «segundo mensajero», en muchas funciones celulares importantes como la diferenciación después de unas 4 h de mantener la presión. Este tiempo necesario para producir una respuesta guarda bastante paralelismo con la respuesta humana a los aparatos de quita y pon. Si se lleva un aparato de quita y pon menos de 4-6 h cada día, no producirá efectos ortodóncicos. Por encima de ese umbral de utilización se consigue la movilización dental.

¿Qué sucede durante las primeras horas de actuación de una fuerza mantenida sobre un diente, entre el comienzo de la presión y la tensión sobre el LPD y la aparición de segundos mensajeros al cabo de unas horas? Estudios experimentales han demostrado que los niveles de prostaglandinas y de interleucina 1β aumentan en el LPD poco tiempo después de aplicar la presión, y parece claro en la actualidad que la prostaglandina E (PgE) es un importante mediador de la respuesta celular. Dado que la liberación de las prostaglandinas es una respuesta a la deformación mecánica, parece que dicha liberación constituye más una respuesta primaria que una respuesta secundaria a la presión. A nivel molecular, estamos empezando a comprender ahora el modo en que se producen estos efectos. La cinasa de adhesión focal (FAK) parece ser el mecanorreceptor presente en las células del LPD, y su compresión es (al menos en parte) la razón de la liberación de la PgE.¹⁰ Diversos experimentos han demostrado que las concentraciones de activador del receptor del ligando κ del factor nuclear (RANKL) y la osteoprotegerina (OPG) en el líquido del surco gingival aumentan durante el movimiento ortodóncico de los dientes, lo que parece indicar que las células del LPD sometidas a tensión pueden inducir la formación de osteoclastos mediante una regulación al alza del RANKL.¹¹ También participan en el proceso otros mensajeros químicos, en particular algunos miembros de la familia de las citocinas, pero también el óxido nítrico (NO) y otros reguladores de la actividad celular.¹² Dado que hay fármacos de diferentes tipos que pueden alterar los niveles de prostaglandinas y de otros posibles mensajeros químicos, es evidente que la modificación farmacológica de la respuesta a las fuerzas ortodóncicas es algo más que una mera posibilidad teórica (v. comentario más adelante).

Para que un diente se mueva, deben formarse osteoclastos que puedan eliminar tejido óseo de la zona adyacente a la parte comprimida del LPD. También se requiere la presencia de os-

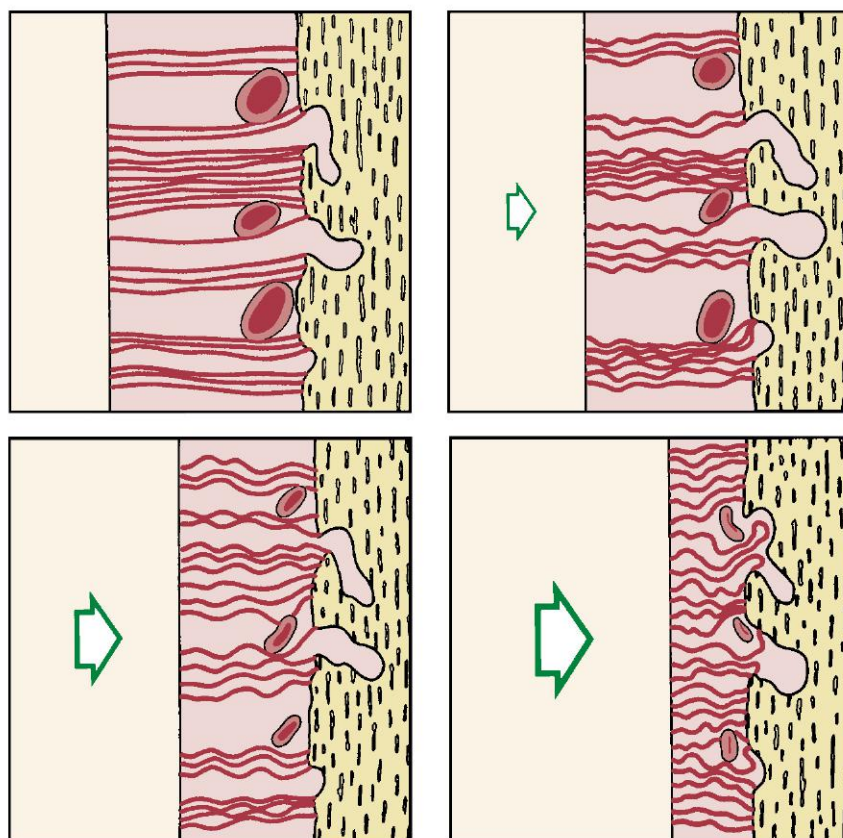


FIGURA 8-6 Representación esquemática de la creciente compresión de los vasos sanguíneos al aumentar la presión en el seno del ligamento periodontal (LPD). Con una determinada magnitud de presión constante, los vasos sanguíneos quedan totalmente ocluidos y se produce una necrosis aséptica del tejido del LPD.

TABLA 8-2

Respuesta fisiológica a la aplicación de una presión mantenida sobre un diente

TIEMPO		Respuesta
Presión leve	Presión intensa	
	<1 s	El líquido del LPD no se comprime, el hueso alveolar se flexiona, se genera una señal piezoeléctrica
	1-2 s	Se exprime el líquido del LPD, el diente se mueve dentro del espacio del LPD
3-5 s		Los vasos sanguíneos del LPD quedan parcialmente comprimidos en el lado de la presión y dilatados en el lado de la tensión; distorsión mecánica de las fibras y células del LPD
Minutos		Se altera el flujo sanguíneo, empieza a cambiar la tensión del oxígeno, se liberan prostaglandinas y citocinas
Horas		Se producen cambios metabólicos: mensajeros químicos modifican la actividad celular, cambian los niveles enzimáticos
~4 h		Aumentan los niveles detectables de AMPc, comienza la diferenciación celular en el LPD
~2 días		Comienza el movimiento dental al remodelar los osteoblastos/osteoclastos el alvéolo óseo
	3-5 s	Los vasos sanguíneos del LPD quedan ocluidos en el lado de presión
	Minutos	Se interrumpe el flujo sanguíneo a la zona comprimida del LPD
	Horas	Muerte celular en la zona comprimida
	3-5 días	Diferenciación celular en los espacios medulares adyacentes, comienza la reabsorción basal
	7-14 días	La reabsorción basal elimina la lámina dura adyacente al LPD comprimido, se produce el movimiento del diente

teoblastos para formar nuevo tejido óseo en el lado sometido a tensión y para remodelar las zonas reabsorbidas en el lado de la presión. Las prostaglandinas tienen la interesante propiedad de estimular la actividad osteoclástica y osteoblástica, por lo que resultan especialmente adecuadas como mediadoras del movimiento dental. La inyección de hormona paratiroidea puede inducir la aparición de osteoclastos en unas pocas horas, pero la respuesta es mucho más lenta cuando el estímulo es la deformación mecánica del LPD, y pueden pasar hasta 48 h antes de que aparezcan los primeros osteoclastos en el LPD comprimido y sus alrededores. Estudios de la cinética celular indican que llegan en dos oleadas, lo que quiere decir que algunos (la primera oleada) pueden derivar de una población celular local, mientras que otros (la segunda oleada, de mayor magnitud) proceden de zonas distantes y llegan a través del flujo sanguíneo. Estas células atacan la lámina dura adyacente, eliminando hueso mediante el proceso de «reabsorción frontal», y el movimiento dental comienza poco después. Al mismo tiempo, pero con algún retraso, de tal forma que el espacio del LPD aumenta de tamaño, los osteoblastos (reclutados localmente a partir de células progenitoras del LPD) forman tejido óseo en el lado de la tensión e inician la actividad remodeladora en el lado de la presión.¹³

El desarrollo de los acontecimientos es diferente si la fuerza mantenida que actúa sobre el diente es lo bastante intensa como para ocluir totalmente los vasos sanguíneos y cortar el suministro de sangre a una zona del LPD. Cuando así sucede, en vez del estímulo de las células de la zona comprimida del LPD para que se conviertan en osteoclastos, se produce una necrosis aséptica en la zona comprimida. En ortodoncia clínica es difícil evitar las presiones que al menos algunas zonas avasculares producen en el LPD, y se ha sugerido la posibilidad de mantener la vitalidad tisular liberando a intervalos la presión soportada por un diente, manteniéndola durante las horas necesarias para inducir la respuesta biológica. Este parece ser el mecanismo mediante el que la masticación de una oblea

de plástico o de un chicle tras la aplicación de una fuerza ortodóncica reduce el dolor: la fuerza de masticación desplaza brevemente el diente y permite que pase un chorro de sangre a las zonas comprimidas, reduciendo de ese modo el tamaño de las zonas necróticas en el LPD.

Debido a su aspecto histológico tras la desaparición de las células, se denominaba tradicionalmente *hialinizada* a esa zona avascular (v. fig. 8-4). A pesar del nombre, el proceso nada tiene que ver con la formación de tejido conjuntivo hialino, sino que representa la pérdida inevitable de todas las células al interrumpirse totalmente el aporte sanguíneo. Cuando se produce este fenómeno, células procedentes de regiones adyacentes intactas deben encargarse de remodelar el hueso adyacente a la zona necrosada.

Tras una demora de varios días, elementos celulares de zonas adyacentes intactas del LPD empiezan a invadir la parte necrosada (hialinizada), y lo que es más importante, aparecen osteoclastos en los espacios adyacentes de médula ósea que empiezan a atacar la base ósea inmediatamente adyacente a la zona necrosada del LPD (fig. 8-7). Este proceso recibe el adecuado nombre de *reabsorción basal*, dado que el ataque se efectúa desde la parte inferior de la lámina dura. Cuando se producen la hialinización y la reabsorción basal, se retrasa inevitablemente el movimiento dental. Esto se debe en primer lugar a una demora en el estímulo para la diferenciación de las células en los espacios medulares, y en segundo lugar a que hay que eliminar un considerable espesor de hueso de la parte inferior antes de que el diente pueda moverse. En la figura 8-8 se ha representado gráficamente la diferencia de tiempo en la movilización del diente con la reabsorción dental en comparación con la reabsorción basal.

Cuando se evitan las zonas de necrosis en el LPD, no solo mejora el movimiento dental, sino que también disminuye el dolor. Incluso con fuerzas leves pueden aparecer pequeñas zonas avasculares en el LPD y retrasarse el movimiento dental hasta que sean eliminadas mediante reabsorción basal. La suave progresión del movimiento dental con una fuerza de poca intensidad que se

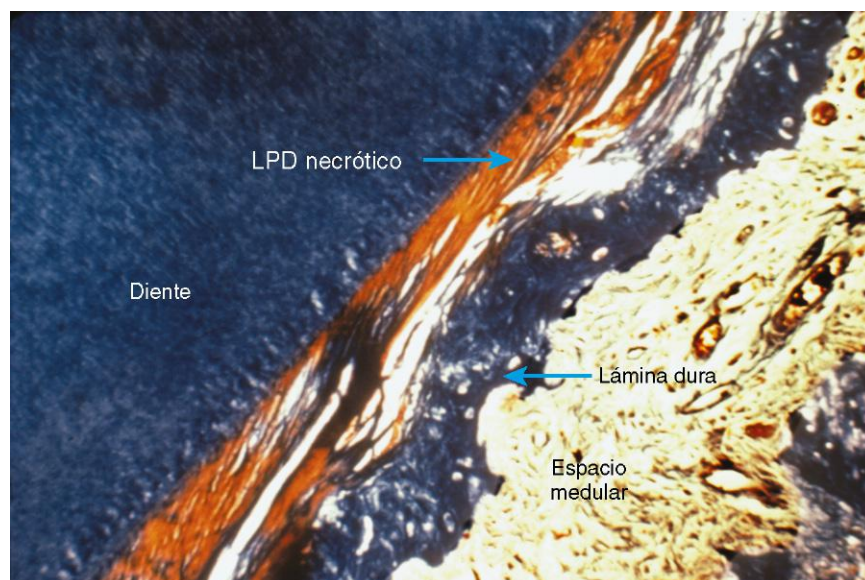


FIGURA 8-7 Muestra histológica de una zona comprimida de ligamento periodontal (LPD) al cabo de varios días. Cuando se comprime el LPD hasta interrumpir totalmente el flujo sanguíneo, los osteoclastos no pueden diferenciarse en el espacio del LPD. Tras una demora de varios días, los osteoclastos de los espacios medulares adyacentes atacan la parte inferior de la lámina dura en un proceso denominado *reabsorción basal*. (Por cortesía del Dr. F. E. Khouw.)

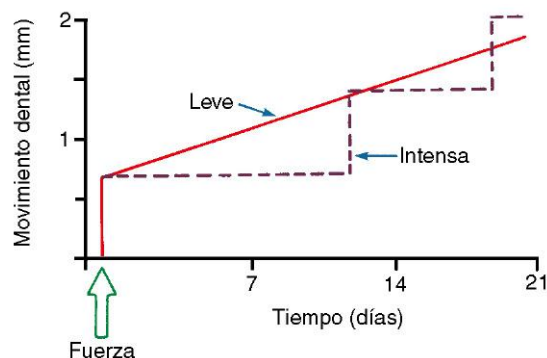


FIGURA 8-8 Representación esquemática de la evolución en el tiempo del movimiento dental con reabsorción frontal y con reabsorción basal. Con la reabsorción frontal, la agresión sostenida sobre la superficie exterior de la lámina dura da lugar a un movimiento dental suave y continuo. Con la reabsorción basal, se produce una demora hasta que se puede eliminar el hueso adyacente al diente. En ese momento, el diente «salta» a una nueva posición, y si se mantiene la fuerza intensa, volverá a observarse una demora hasta que se pueda producir un nuevo ciclo de reabsorción basal.

representa en la figura 8-8 puede resultar un ideal inalcanzable. En la práctica, el movimiento dental se suele producir de forma más escalonada, debido a la inevitable formación de zonas de reabsorción basal.

Efectos de la distribución de las fuerzas y tipos de movimiento dental

Del comentario anterior se deduce que los niveles de fuerza óptimos para la movilización ortodóncica de los dientes deben ser lo bastante elevados como para estimular la actividad celular sin llegar a ocluir por completo los vasos sanguíneos del LPD. A la hora de determinar el efecto biológico, son importantes la intensidad de la fuerza aplicada sobre un diente y también la zona del LPD por la que se distribuye dicha fuerza. La respuesta del LPD no solo viene determinada por la propia fuerza, sino por la presión o fuerza por unidad de superficie. Dado que la distribución de las fuerzas en el LPD (y, por consiguiente, la presión) difiere en función de los diferentes tipos de movimiento dental, habrá que especificar el tipo de movimiento dental, además de la cuantía de la fuerza a la hora de determinar los niveles de fuerzas óptimos para el tratamiento ortodóncico.

La forma más sencilla de movimiento ortodóncico es la inclinación. Los movimientos de inclinación se consiguen aplicando una fuerza única (p. ej., un resorte que actúa desde un aparato de quita y pon) contra la corona del diente. Al hacerlo, el diente bascula alrededor de su «centro de resistencia», un punto situado aproximadamente a mitad de camino hacia la raíz (en el capítulo 9 se incluye un comentario adicional sobre el centro de resistencia y su control). Cuando el diente bascula así, el LPD queda comprimido cerca del ápice radicular, en el mismo lado del resorte, y en el borde del hueso alveolar en el lado contrario al del resorte (fig. 8-9). El LPD sufre la presión máxima en el reborde alveolar y en el ápice de la raíz. Al acercarse al centro de resistencia, la presión va disminuyendo progresivamente, y es mínima al llegar al mismo.

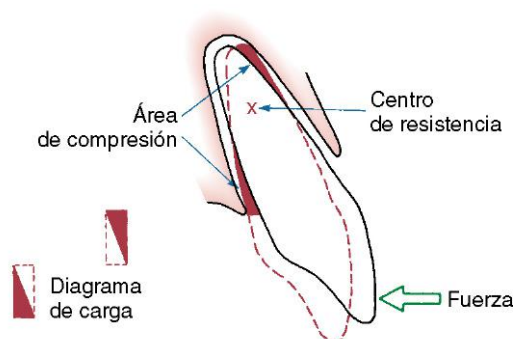


FIGURA 8-9 La aplicación de una fuerza única sobre la corona de un diente produce una rotación alrededor de un punto situado aproximadamente a mitad de trayecto hacia la raíz. Se siente una presión intensa en el ápice radicular y el borde del hueso alveolar, pero la presión disminuye a cero en el centro de resistencia. Por consiguiente, el diagrama de carga consta de dos triángulos, como se ha representado aquí.

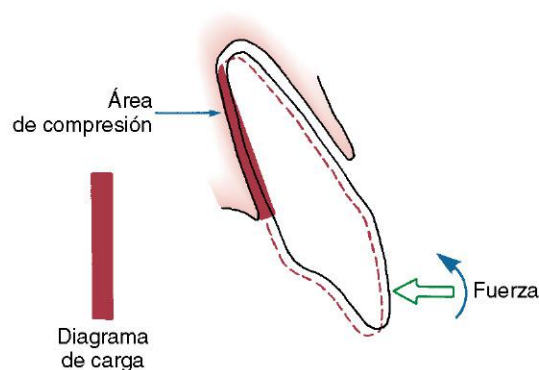


FIGURA 8-10 Para la traslación o movimiento global de un diente, es necesario que la carga actúe uniformemente en el espacio del ligamento periodontal (LPD) desde el borde alveolar hasta el ápice, generando un diagrama de carga rectangular. Para ejercer la misma presión en el LPD para un movimiento en masa, habría que aplicar sobre la corona del diente el doble de la fuerza necesaria para su inclinación.

Al inclinar un diente, solo se actúa sobre la mitad de la superficie del LPD en la que podría actuarse. Como puede verse en la figura 8-9, el «diagrama de carga» consta de dos triángulos, que cubren la mitad de la superficie total del LPD. Por otra parte, la presión en esas dos zonas en las que se concentra es elevada en relación con la fuerza que se aplica sobre la corona. De ahí que las fuerzas empleadas para inclinar los dientes deben ser bastante bajas. Tanto los experimentos con animales como la experiencia clínica con seres humanos parecen indicar que las fuerzas para inclinar un diente monorradicular no deben sobrepasar los 50 g, aproximadamente, y que conviene usar fuerzas más leves para dientes de menor tamaño (que tienen un LPD más pequeño).

Si se aplican dos fuerzas simultáneamente sobre la corona de un diente, este se puede mover en masa (trasladarse) (es decir, el ápice radicular y la corona se desplazan la misma distancia en la misma dirección). En este caso, toda la superficie del LPD soporta la misma carga (fig. 8-10). Está claro que para producir la misma presión sobre el LPD y, por consiguiente, la misma respuesta biológica, se necesitará el doble de fuerza para el desplazamiento en masa que para la inclinación. Para mover un

TABLA 8-3

Fuerzas óptimas para la movilización ortodóncica de los dientes

Tipo de movimiento	Fuerza* (g)
Inclinación	35-60
Movimiento en masa (traslación)	70-120
Enderezamiento radicular	50-100
Rotación	35-60
Extrusión	35-60
Intrusión	10-20

*Los valores dependen en parte del tamaño del diente; los valores más bajos son adecuados para los incisivos y los más altos para los dientes posteriores multirradiculares.

diente de tal forma que se incline en parte y en parte se traslade, serían necesarias fuerzas intermedias entre las que se requieren para la inclinación y la traslación puras (tabla 8-3).

En teoría, las fuerzas necesarias para producir la rotación de un diente alrededor de su eje longitudinal podrían ser mucho mayores que las requeridas para producir otros movimientos dentales, ya que se podrían distribuir por todo el LPD en vez de hacerlo sobre una estrecha franja vertical. Sin embargo, en la práctica es casi imposible aplicar una fuerza rotacional de forma que el diente no se incline también en el alvéolo, y cuando esto sucede, se genera una zona de compresión igual que en cualquier otro movimiento de inclinación. Por este motivo, las fuerzas adecuadas para la rotación son parecidas a las que se precisan para la inclinación.

La extrusión y la intrusión también son casos especiales. En teoría, los movimientos de extrusión no producirían zonas de compresión en el LPD, solo tensiones. Al igual que en la rotación, esta es más una posibilidad teórica que práctica, ya que si el diente se inclinase algo durante la extrusión se formarían zonas de compresión. Aunque se pudiesen evitar esas zonas de compresión, las intensas fuerzas de tensión pura serían indeseables, a menos que tratásemos de extraer el diente y no de arrastrar el hueso alveolar junto con el mismo. Las fuerzas de extrusión, como las de rotación, deben ser aproximadamente de la misma magnitud que las de inclinación.

Se consideró durante muchos años que era prácticamente imposible conseguir la intrusión ortodóncica de los dientes. En la actualidad, se ha demostrado la posibilidad clínica de conseguirlo y ha quedado claro que para hacerlo hay que controlar estrechamente la magnitud de las fuerzas, aplicando fuerzas muy leves sobre los dientes. Para la intrusión se requieren fuerzas de poca intensidad, ya que estas se concentran en una zona muy pequeña del ápice dental (fig. 8-11). Al igual que con la extrusión, es probable que el diente se incline algo durante el proceso de intrusión, pero la fuerza se concentra aún en el ápice. Solo será posible lograr la intrusión si se aplican fuerzas muy leves.

Efectos de la duración de las fuerzas y la disminución de las mismas

La clave para conseguir el movimiento ortodóncico radica en aplicar una fuerza mantenida, lo que no quiere decir que deba

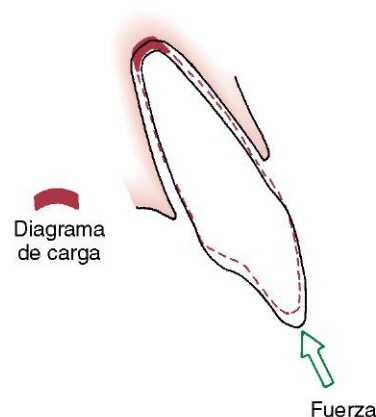


FIGURA 8-11 Cuando se produce la intrusión de un diente, la fuerza se concentra en una zona pequeña del ápice. De ahí que haya que emplear fuerzas muy leves para producir la presión adecuada sobre el ligamento periodontal durante la intrusión.

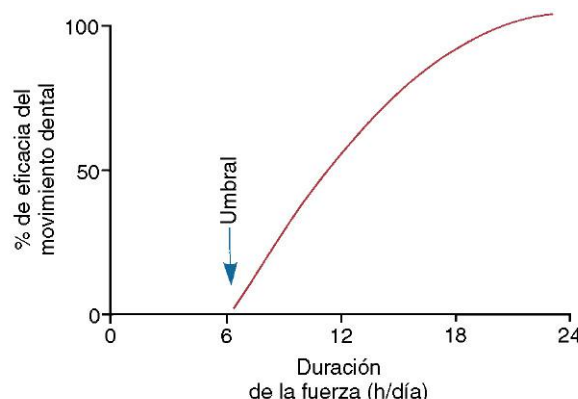


FIGURA 8-12 Representación teórica de la eficacia del movimiento dental frente a la duración de la fuerza en horas por día. Una fuerza continua, durante las 24 h del día, produce el movimiento más eficaz, pero es posible movilizar los dientes con fuerzas de menor duración, cuando se sitúa el umbral en unas 6 h.

actuar constantemente, sino que debe estar presente durante una parte considerable del tiempo (varias horas al día, nunca unos cuantos minutos). Como hemos indicado anteriormente, los experimentos realizados con animales sugieren que solo cuando las fuerzas se mantienen durante unas 4 h empiezan a aumentar los niveles de nucleótidos cíclicos en el LPD, lo que significa que la presión debe mantenerse para producir los «segundos mensajeros» necesarios para estimular la diferenciación celular.

La experiencia clínica sugiere que existe un umbral de aproximadamente unas 4-8 h para la duración de la fuerza en los seres humanos, y que si las fuerzas se mantienen durante más tiempo se consigue una movilización dental cada vez más eficaz. Aunque no existen datos experimentales concluyentes, es probable que el diagrama de la eficacia del movimiento dental en función de la duración de la fuerza se parezca al de la figura 8-12. Las fuerzas continuas conseguidas con aparatos fijos que no dependen de lo que haga el paciente consiguen los movimientos dentales más

eficaces. Los aparatos de quita y pon que se llevan casi todo el tiempo tienen una eficacia aproximada, pero los aparatos de quita y pon que se llevan durante menos tiempo producen movimientos dentales menores.

La duración de las fuerzas presenta otro aspecto, relacionado con el cambio de la magnitud de las fuerzas al moverse el diente en respuesta a las mismas. Solo en teoría es posible fabricar un resorte perfecto, que ejerza la misma fuerza continua un día tras otro, independientemente de lo poco o mucho que se mueva el diente en respuesta a esa fuerza. En realidad, todo resorte tiene un índice de decadencia. Incluso con los dispositivos más elásticos se observa alguna reducción de la magnitud de la fuerza cuando el diente se ha desplazado una corta distancia (aunque con los nuevos materiales superelásticos de níquel-titanio que comentamos en el capítulo 10 la reducción es sorprendentemente pequeña). Con muchos aparatos ortodóncicos, la fuerza puede disminuir hasta cero. Desde este punto de vista, la duración de las fuerzas ortodóncicas se clasifica (fig. 8-13) según el índice de decadencia en:

- Continua: fuerza que se mantiene en un porcentaje apreciable de la original entre una visita del paciente y la siguiente.
- Interrumpida: el nivel de la fuerza disminuye a cero entre las activaciones.

Tanto las fuerzas continuas como las interrumpidas pueden conseguirse con aparatos fijos que se llevan en todo momento.

- Intermitente: los niveles de fuerza descienden bruscamente a cero de manera intermitente, cuando el paciente se quita un aparato ortodóncico o un elástico unido a un aparato fijo, y poco después vuelven a los niveles originales. Cuando los dientes se mueven, el nivel de las fuerzas disminuye igual que con un aparato fijo (es decir, la fuerza intermitente se puede convertir en interrumpida entre los ajustes del aparato).

Las fuerzas intermitentes se consiguen con los aparatos activados por el propio paciente, como las placas de quita y pon, los casquetes y los elásticos. Podemos considerar las fuerzas generadas durante la función normal (masticación, deglución, habla) como un caso especial de fuerzas intermitentes, la mayoría de las cuales no se mantienen durante las suficientes horas al día como para tener un efecto significativo sobre la posición de los dientes.

Existe una importante interacción entre la magnitud de las fuerzas y la rapidez de su declive al responder el diente a las mismas. Consideremos en primer lugar el efecto de una fuerza casi continua. Si dicha fuerza es bastante leve, el movimiento dental progresará con relativa suavidad como consecuencia de la reabsorción frontal. Sin embargo, si la fuerza continua es intensa, el movimiento dental se demorará hasta que la reabsorción basal pueda eliminar el hueso necesario para permitir dicho movimiento. En ese momento, el diente cambiará de posición rápidamente y la fuerza constante volverá a comprimir los tejidos, impidiendo la reparación del LPD y obligando a una nueva reabsorción basal, y así sucesivamente. Esas fuerzas continuas e intensas pueden resultar bastante destructivas, tanto para las estructuras periodontales como para el propio diente.

Consideremos ahora el efecto de unas fuerzas que decaen con bastante rapidez, que llegan a cero cuando el diente se desplaza solo una corta distancia. Si el nivel de las fuerzas iniciales

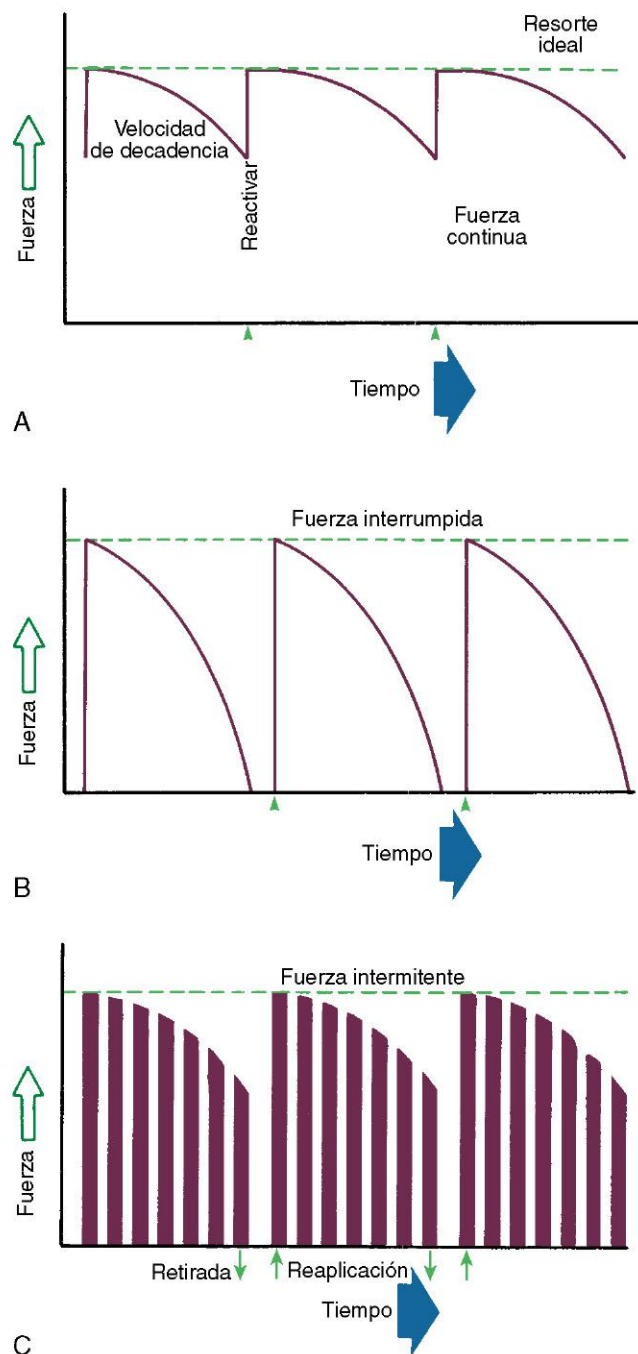


FIGURA 8-13 Representación esquemática de la decadencia de las fuerzas. **A.** Un resorte ideal mantendría la misma fuerza, independientemente de lo que pueda desplazarse el diente, pero con los resortes reales la fuerza decae algo al moverse el diente. Se definen como continuas las fuerzas que se mantienen entre las activaciones de un aparato ortodóncico, aunque la fuerza decaiga. **B.** Por el contrario, las fuerzas interrumpidas disminuyen a cero entre activaciones. **C.** Las fuerzas intermitentes disminuyen a cero cuando se retira el aparato de quita y pon y se recuperan al volver a introducirlo en la boca. Estas fuerzas también decrecen según va produciéndose el movimiento dental.

es relativamente bajo, el diente se desplazará una corta distancia por reabsorción frontal y posteriormente quedará en esa posición hasta que se vuelva a activar el aparato. Si el nivel de fuerzas es lo bastante elevado como para producir reabsorción basal, el diente se moverá cuando se haya completado la misma. Posteriormente, como la fuerza ha disminuido a cero en ese momento, permanecerá en esa posición hasta la siguiente activación. Aunque la fuerza original es intensa, una vez que el diente se mueve hay un período para la regeneración y reparación del LPD antes de volver a aplicar la fuerza.

En teoría, no cabe duda de que los movimientos dentales más eficaces se logran con fuerzas leves y continuas. A pesar de los esfuerzos del médico para mantener unas fuerzas lo bastante ligeras como para conseguir solo una reabsorción frontal, es probable que todos los pacientes presenten algunas zonas de reabsorción basal. Las fuerzas más intensas que producen este efecto solo son fisiológicamente aceptables si el nivel de las mismas baja rápidamente a cero de forma que se disponga de un período de reparación y regeneración antes de la siguiente activación, o al menos si las fuerzas disminuyen hasta el punto de que no se producen segundos o terceros procesos de reabsorción basal.

La conclusión que se extrae de lo anterior es que deben evitarse las fuerzas intensas y continuas; las fuerzas intensas e intermitentes, aunque son menos eficaces, pueden ser clínicamente aceptables. En otras palabras, cuanto más eficaz sea el resorte para proporcionar una fuerza continua, más cuidado deberá tener el facultativo para aplicar únicamente fuerzas de poca magnitud. Algunos de los resortes más toscos que se usan en ortodoncia tienen paradójicamente la virtud de producir fuerzas que declinan rápidamente a cero y que, por consiguiente, no causan los daños biológicos que pueden producir las fuerzas intensas y continuas. Diversos estudios clínicos han confirmado que la aplicación de fuerzas intensas puede producir más movimiento dental que las de poca magnitud, lo que puede comprenderse solo si se tienen en cuenta las características decrecientes de las fuerzas.

La experiencia ha demostrado que los aparatos ortodóncicos no deben reactivarse con una frecuencia superior a intervalos de 3 semanas. En la práctica clínica, se suele citar a los pacientes con una periodicidad de 4 a 6 semanas. Para que se produzca una reabsorción basal, se necesitan 7-14 días (más tiempo durante la aplicación inicial de la fuerza, menos después). Cuando esta es la modalidad de movimiento dental y la intensidad de las fuerzas declina rápidamente, el movimiento dental casi se ha completado en ese período de tiempo. Ahora resulta más evidente la conveniencia del intervalo entre los ajustes. Si el aparato es elástico y las fuerzas de poca magnitud producen una reabsorción frontal continua, no es necesario reactivarlo. Si el aparato es más rígido y produce reabsorción basal, el diente se mueve en los 10 primeros días, aproximadamente, y se necesita un período igual o mayor para la regeneración y reparación del LPD antes de poder volver a aplicar la fuerza. Esta fase de reparación es muy deseable y necesaria con muchos aparatos. Si activamos un aparato con demasiada frecuencia, se produce un cortocircuito en el proceso de reparación y se puede producir en los dientes o el hueso un daño que se podría evitar o limitar espaciando más las consultas.

Efectos de los fármacos sobre la respuesta a las fuerzas ortodóncicas

Por el momento, es poco probable que descubramos fármacos que estimulen el movimiento dental, aunque se sigue trabajando en ello. La forma de aplicarlos en la zona en la que se desea conseguir un efecto sobre el movimiento dental representa un problema importante. Se ha comprobado que la inyección directa de prostaglandina en el LPD acelera el movimiento dental, pero resulta bastante dolorosa (una picadura de abeja es esencialmente una inyección de prostaglandina) y no representa una solución muy práctica. La relaxina, una «hormona del embarazo» descubierta en la década de los ochenta, facilita el parto ablandando y alargando el cérvix y la sínfisis del pubis. Actúa reduciendo la síntesis de colágeno e incrementando simultáneamente la degradación del mismo. Sus efectos sobre el colágeno parecen indicar que es algo más que una hormona del embarazo, especialmente si tenemos en cuenta que alcanza sus concentraciones máximas mucho antes del parto. Datos preliminares obtenidos en ratas demostraban que el movimiento dental se aceleraba con la relaxina, pero en un estudio clínico de doble ciego realizado en la Universidad de Florida en el que se inyectó relaxina o suelo salino fisiológico junto a un diente que se quería mover no se observó un efecto positivo consistente,¹⁴ y se han pospuesto otros estudios clínicos al respecto. Parece probable que en el futuro tengan alguna aplicación clínica determinados fármacos que faciliten el movimiento dental; pero no sabemos cuánto tiempo se necesitará para poder desarrollarlos.

No obstante, a menudo se descubren fármacos que inhiben el movimiento dental como efectos secundarios de su uso para tratar otros problemas, aunque todavía no se prescriben por su efecto estabilizador sobre los dientes. Hay dos tipos de fármacos que deprimen la respuesta a las fuerzas ortodóncicas y pueden influir en el tratamiento actual: los inhibidores de las prostaglandinas para controlar el dolor (especialmente los productos más potentes de este grupo que se emplean para tratar la artritis, como la indometacina),¹⁵ y los bisfosfonatos, utilizados para tratar la osteoporosis.

Inhibidores de las prostaglandinas

Si la PGE influye considerablemente en la cascada de señales que generan movimiento dental, cabría esperar que los agentes que inhiben su actividad alteraran ese movimiento. Los fármacos que modifican la actividad de las prostaglandinas se clasifican en dos categorías: 1) corticoesteroides y antiinflamatorios no esteroideos (AINE), que interfieren en la síntesis de prostaglandinas, y 2) otros agentes con efectos agonistas y antagonistas mixtos sobre diferentes prostaglandinas. Las prostaglandinas se sintetizan en el organismo a partir del ácido araquidónico, que a su vez deriva de los fosfolípidos. Los corticoesteroides reducen la síntesis de prostaglandinas inhibiendo la formación de ácido araquidónico; los AINE inhiben la conversión del ácido araquidónico en prostaglandinas.

La mayoría de los analgésicos que no necesitan receta son AINE y, por consiguiente, actúan inhibiendo las prostaglandinas (ácido acetilsalicílico, ibuprofeno, naproxeno y muchos otros). La principal excepción es el paracetamol, que actúa a nivel central en lugar de hacerlo a nivel periférico. Esto plantea una posibilidad muy interesante: la medicación utilizada por muchos pacientes

para controlar el dolor tras las sesiones de ortodoncia podría interferir en el movimiento de los dientes. Afortunadamente, debido a las dosis reducidas y a la corta duración del tratamiento analgésico en los pacientes ortodóncicos, esto no es así, pero puede llegar a ser un problema en adultos o niños que reciben tratamiento contra la artritis. Más adelante, describiremos más detalladamente el control del dolor durante el tratamiento ortodóncico.

Existen otros tipos de fármacos que pueden alterar las concentraciones de prostaglandinas, por lo cual podrían modificar la respuesta a las fuerzas ortodóncicas. Forman parte de esta categoría los antidepresivos tricíclicos (doxepina, amitriptilina, imipramina), los antiarrítmicos (procaína), los antipalúdicos (quinina, quinidina, cloroquina) y las metilxantinas. Además, se ha comprobado que la difenilhidantoína (un anticonvulsivo) reduce la movilidad dental en las ratas, y que algunas tetraciclinas (p. ej., la doxiciclina) inhiben el reclutamiento de osteoclastos, un efecto parecido al de los bisfosfonatos.¹⁶ Pueden observarse respuestas inusuales a las fuerzas ortodóncicas en pacientes que toman cualquiera de estos fármacos.

Bisfosfonatos

La osteoporosis representa un problema importante, especialmente en las mujeres posmenopáusicas, pero se asocia al envejecimiento en ambos sexos y actualmente se está utilizando también en niños que necesitan tratamiento prolongado con esteroides. Se ha podido demostrar que el tratamiento con estrógenos, utilizado a menudo en el pasado para prevenir la pérdida ósea en mujeres mayores, conlleva algunos riesgos importantes y ya no se utiliza mucho. Los estrógenos tienen un efecto escaso o nulo sobre el tratamiento ortodóncico, pero los fármacos que inhiben la reabsorción ósea representan un problema en potencia. Actualmente, el grupo principal de fármacos de este tipo es el de los bisfosfonatos, unos análogos sintéticos del pirofosfato que se unen a la hidroxiapatita de los huesos. Inhiben específicamente la reabsorción ósea mediada por los osteoclastos, razón por la que no resulta sorprendente que la remodelación ósea necesaria para el movimiento de los dientes sea más lenta en pacientes que toman estos fármacos.

Los bisfosfonatos plantean un problema muy especial por dos razones:

1. Su uso se ha asociado a una necrosis inusual del hueso mandibular. Esto se observa generalmente tras la extracción de un diente u otra lesión ósea, que no consigue cicatrizar y se convierte en el centro de una zona necrótica en expansión. Afortunadamente, esto es poco frecuente y afecta sobre todo a pacientes con metástasis óseas que reciben dosis elevadas de bisfosfonatos muy potentes, aunque conviene evitar las extracciones electivas por razones ortodóncicas en pacientes que han estado tomando cualquiera de estos fármacos.
2. Se incorporan a la estructura del hueso, y después se van eliminando lentamente a lo largo de un período de varios años; debido a ello, no desaparecen todos sus efectos aunque se interrumpa la administración. Parece que hay dos velocidades de eliminación: una eliminación rápida de la superficie de los huesos en el plazo de algunas semanas, y una eliminación más lenta de la estructura ósea. Afortunadamente, la mayor parte del fármaco se queda solo en la superficie, lo que permite proceder al tratamiento ortodóncico después de 3 meses sin adminis-

trar bisfosfonatos, aproximadamente.¹⁷ Obviamente, el tratamiento solo sería posible si el médico aceptara que el paciente dejase de tomar ese fármaco o si se pudiese cambiar a raloxifeno (el análogo estrogénico con más efecto sobre el hueso), por lo menos de forma provisional.

Efectos de las lesiones locales: corticotomía y movimiento dental acelerado

Dado que el componente fundamental del movimiento ortodóncico de los dientes es la remodelación del hueso alveolar, y esto se acelera durante la cicatrización de las heridas,¹⁸ la idea de que los dientes pudieran moverse más rápido tras una lesión local del proceso alveolar surgieron muy pronto en la historia de la ortodoncia. Se dice que el norteamericano Hullihan, pionero en el campo de la cirugía oral, llevó a cabo experimentos para mover los dientes efectuando cortes en el hueso alveolar a finales del siglo XIX, y a comienzos del siglo XX se realizaron algunos experimentos esporádicos de este tipo. No obstante, este método no fue muy bien aceptado por varias razones, como la preocupación por las infecciones y la pérdida ósea en la era preantibiótica. A mediados del siglo XX, el cirujano alemán Köle resucitó la idea de que unos cortes entre los dientes podrían acelerar el movimiento dental.¹⁹ En aquellos tiempos, el norteamericano Merrill, de la Universidad de Oregón, volvió a defender este método, y en 1978 Gunderson et al.²⁰ propusieron nuevamente volver a utilizarlo, pero se consideraba innecesariamente invasivo y no consiguió gran aceptación.

A finales de la década de los noventa se recuperó la idea de que una lesión local en el hueso alveolar (en forma de cortes en la corteza del hueso interdental) podría acelerar el movimiento dental, y ha llegado a alcanzar alguna aceptación conforme se ha ido conociendo mejor su mecanismo. En estos momentos, son todavía muy pocos los estudios publicados en la literatura ortodóncica contrastada que documenten los resultados. En la sección siguiente intentamos ofrecer una perspectiva más actual de la lesión del hueso alveolar, que suele recibir el nombre de *corticotomía*.

Técnicas quirúrgicas

Para la técnica propuesta por Köle hace 50 años, consistente en utilizar una lesión local para acelerar el movimiento dental, se requería una intervención quirúrgica de colgajos para reflejar la encía, y después se practicaban cortes verticales vestibulares y linguales entre los dientes y debajo de los mismos, que no penetraban hasta el lado contrario. Después se activaba lo antes posible un aparato ortodóncico (colocado antes de la cirugía), empleando arcos de alambre relativamente rígidos, y se traccionaba de los dientes para alinearlos. El concepto quirúrgico se basaba en la creación de bloques de hueso alrededor de los dientes que pudieran recolocarse sin depender de la remodelación producida por las respuestas del LPD descritas anteriormente. Por consiguiente, desde una perspectiva actual podríamos considerar este método como una variación de la osteogenia de distracción. Como en la distracción utilizada por otras razones, se necesitaría suficiente fuerza inicial para fracturar las zonas pequeñas que no se hubieran cortado durante la cirugía (v. comentario sobre la osteogenia de distracción y los principios en los que se basa, al final de este capítulo).



FIGURA 8-14 Solo es posible mover un diente anquilosado desplazando el hueso al que está unido. Esto se puede conseguir mediante la osteogénesis de distracción. **A.** 21 años de edad, incisivo central superior que se anquilosó tras un accidente a los 8 años de edad (en ese momento se perdió el incisivo lateral). **B.** Creación del segmento óseo que se va a mover. **C.** Cierre de la herida. Se permite un período de cicatrización inicial, normalmente de 5 a 7 días, antes de activar el arco de alambre para empezar a mover el segmento. **D.** El diente cerca de su posición definitiva, 3 semanas después. **E.** El tratamiento completado, con la reposición protésica del incisivo lateral ausente. (Por cortesía del Dr. H. Chen.)

Se puede considerar la posibilidad de distraer un segmento alveolar que contiene un diente por lo menos en dos circunstancias. La primera es cuando se desea desplazar un diente anquilosado hasta su posición y, por supuesto, la única forma de mover un diente anquilosado sería movilizándolo el segmento de hueso al que ha quedado unido (fig. 8-14). La técnica consiste en practicar cortes entre huesos que liberen totalmente el segmento o que dejen solo una pequeña zona de hueso unido. Después de un período de latencia de 5 días, aproximadamente, para que el hueso cicatrice y alcance la fase de callo, se

puede utilizar un tornillo de expansión fijado al segmento y al hueso alveolar adyacente o un arco de alambre para mover el segmento.

Para recolocar un incisivo superior anquilosado (la indicación más frecuente para la distracción alveolar), incluso el tornillo de expansión más pequeño resulta demasiado voluminoso y llamativo. Con un arco de alambre relativamente rígido no se consigue controlar la velocidad de movimiento con tanta precisión, pero el paciente lo tolera mucho mejor y puede resultar bastante eficaz (v. fig. 8-14).²¹ En teoría, podríamos emplear

un método parecido para mover los dientes afectados por la falta de erupción primaria (FEP; v. capítulo 4), pero esto solo es viable si la FEP se produce después de que un diente haya erupcionado al menos en parte, y resulta difícil o imposible cuando este trastorno afecta a más de un diente posterior en un mismo cuadrante.

La otra circunstancia es cuando hay que retraer un diente, generalmente un canino superior, a través de un espacio de

extracción creado junto al mismo. Curiosamente, no hay que mover un segmento de hueso que contenga el diente, sino que se practican unos cortes en las paredes del alvéolo que contenía el premolar y después se mueve el canino con un resorte, aplicando una fuerza muy intensa para distender considerablemente el LPD. Aunque recibe el nombre de *distracción del LPD*, no se trata de osteogenia de distracción en el sentido habitual. Solo se han publicado algunos casos escogidos en la literatura médica,²² y no



FIGURA 8-15 A. Para el caso de este adulto con un incisivo superior que hubo que hacer descender a su posición, y con apiñamiento en la región de los incisivos inferiores, se planificó una corticotomía con un injerto óseo sobre la superficie vestibular (ortodoncia osteógena acelerada). B. Tras la reflexión de un colgajo, se practicaron unos cortes de corticotomía entre los dientes y se abrieron pequeñas depresiones circulares en la superficie vestibular del hueso que cubría los dientes anteriores superiores. C. Seguidamente se aplicó sobre la superficie vestibular un material de injerto óseo, en forma de lechada de hueso desmineralizado y liofilizado. D. Simultáneamente, se realizó una corticotomía y se preparó el hueso que cubría el incisivo inferior y (E) se aplicó el material de injerto óseo para reducir el riesgo de pérdida ósea durante el avance de los incisivos inferiores. F. Once meses después, una vez completado el tratamiento (para el que se necesitaron 6 meses), el hueso alveolar ha cicatrizado satisfactoriamente. (Por cortesía del Dr. S. Dibart.)

se ha podido establecer el grado de reducción que se consigue en el tiempo de tratamiento total.

Más recientemente, se ha empezado a considerar que el movimiento dental rápido que se produce tras una corticotomía representa un fenómeno de desmineralización/remineralización que produce una aceleración regional de la remodelación ósea que permite un movimiento más rápido de los dientes, más que un movimiento de bloques óseos que contienen un diente. Actualmente se recomienda aplicar una fuerza más leve para mover los dientes de manera más fisiológica y aprovechar al mismo tiempo la remodelación más generalizada del hueso alveolar; la técnica quirúrgica se ha ampliado a una «ortodoncia osteogénica acelerada» (OOA) añadiendo zonas de decorticación en las superficies vestibulares del hueso alveolar, que se cubren después con un material de injerto óseo en partículas (hueso desmineralizado y liofilizado o una mezcla del mismo con hueso bovino o hueso de aloinjerto; fig. 8-15).²³ Esto combina la modelación (variación de la forma externa del hueso) con la remodelación que se produce tras una lesión local. Por supuesto, uno de los riesgos que conlleva la expansión de las arcadas dentales es la fenestración del hueso alveolar, y se dice que la OOA genera nuevo tejido óseo que permite el movimiento vestibular de los dientes sin este riesgo.

Resultados del tratamiento de movimiento dental asistido por una corticotomía

Como con cualquier otro tipo de tratamiento, para poder evaluar los resultados de la ortodoncia asistida por corticotomía es necesario analizar los efectos beneficiosos frente a los costes y riesgos. La supuesta ventaja primaria de la corticotomía es la reducción del tiempo de tratamiento; la mayor facilidad para expandir la arcada mediante la OOA es un efecto beneficioso secundario.

La reducción del tiempo de tratamiento ha sido defendida fundamentalmente en informes de casos en los que se ha reducido el tiempo necesario para alinear los dientes en pacientes escogidos. Después de una fractura, el hueso tarda unas 6 semanas en cicatrizar; tras la osteogénica de distracción (que sería más comparable) se recomiendan 2 meses de inmovilización y se observa la formación de hueso maduro en la zona de regeneración ósea al cabo de 4 meses; por lo tanto, cabría esperar que la remodelación ósea tras una corticotomía pudiera acelerarse durante 2-4 meses. Experimentos en perros y ratas en los que se ha observado un movimiento dental más rápido tras la corticotomía no han aportado datos sobre la duración de la respuesta ósea acelerada.^{24,25}

La alineación representa la primera fase del tratamiento ortodóncico global. Obviamente, su duración dependerá del grado de apiñamiento, pero incluso en los casos de apiñamiento grave no suelen necesitarse más de 5 meses con arcos de alambre superelásticos. Si la corticotomía redujera ese plazo a 1 mes, la reducción de 4 meses del tiempo de tratamiento total representaría aproximadamente un 20% del tiempo de tratamiento habitual, que es de 18 a 21 meses. ¿Podemos esperar una reducción de este tipo de forma rutinaria? ¿Es posible conseguir una mayor reducción? En tal caso, ¿cuál sería el mecanismo?

¿La corticotomía permite reducir el tiempo de tratamiento en otros movimientos dentales además de la alineación? Podría estar especialmente indicada en la intrusión, que obliga a remodelar el hueso más denso que se encuentra bajo las raíces dentales y para

la que suelen necesitarse varios meses. Actualmente, el anclaje esquelético permite intruir los dientes posteriores, lo que corrige una mordida abierta anterior fundamentalmente mediante intrusión posterior (v. capítulo 18). La velocidad de intrusión es de 1 mm/mes, generalmente. En un trabajo publicado recientemente (también un informe de un caso) se aseguraba que después de realizar una osteotomía por detrás de los incisivos y de combinar la OOA con el anclaje esquelético, todavía se necesitaron varios meses para conseguir la intrusión deseada.²⁶ No se han publicado datos en revistas arbitradas que respalden la posibilidad de una intrusión más rápida.

A la hora de evaluar los costes y los riesgos, los costes incluyen todos los aspectos de la «carga del tratamiento». Además de los costes económicos de la cirugía (que puede llevar varias horas), es necesario evaluar la morbilidad y los inconvenientes de todo tipo. Simplemente, no disponemos de esta información por el momento. Por lo que se refiere a los riesgos, ¿cuál es la posibilidad de que se produzcan complicaciones por la cirugía, y qué problemas son los más probables? Wilcko et al. sostenían que en los adolescentes no parecía disminuir la altura ósea alveolar, pero en los adultos cabría esperar alguna disminución (¿insignificante?) de la altura ósea. No aportaban datos ni mencionaban otras complicaciones o problemas.²⁷

Corticotomía modificada

La corticotomía/OOA suele plantear el problema de que la intervención quirúrgica es bastante extensa. Debido a ello, se han introducido modificaciones en la técnica de corticotomía, que suele consistir en incisiones en la encía interproximal para que no sea necesario reflejar ningún colgajo y los cortes en el hueso no sean tan extensos (fig. 8-16).²⁸ También es posible abrir un túnel bajo la encía, por encima de la raíz, para añadir material injertado si así se desea, y en algunos informes de casos se sugiere que esta técnica modificada produce resultados parecidos a los de la OOA madura.

Recientemente se ha propuesto una técnica que conlleva una lesión local aún menos extensa, y que actualmente está en la fase de estudio clínico de su desarrollo. Esta técnica se basa en la «microperforación», y consiste en la introducción de unos tornillos similares a los usados para el anclaje esquelético (que describimos mejor más adelante) a través de la encía hasta el hueso alveolar interproximal, que después se extraen. Se dice que bastan tres de esas perforaciones en cada zona interproximal para inducir una aceleración regional de la remodelación ósea y, de ese modo, conseguir un movimiento dental más rápido.

Quizá podríamos concluir que en algunos pacientes, el cociente costes-riesgos/beneficios es favorable, y que la corticotomía y/o la OOA (especialmente con las técnicas modificadas que limitan la intervención quirúrgica) serían un complemento muy útil para el tratamiento ortodóncico. Mientras no dispongamos de pruebas que documenten esta posibilidad cuando existen indicaciones concretas, nos parece prudente extremar las precauciones a la hora de recomendarlas.

Otros métodos propuestos para acelerar el movimiento dental

Recientemente, se han propuesto otros tres métodos que supuestamente aceleran el movimiento dental: la vibración de los dientes, la aplicación de luz sobre el proceso alveolar, y la aplicación de



FIGURA 8-16 A. Utilizando una corticotomía modificada no es necesario realizar la reflexión de un colgajo, gracias a una serie de microincisiones muy finas a través del tejido vestibular. B. Para atravesar el hueso cortical y llegar al hueso medular entre los dientes se emplea un bisturí piezoeléctrico. C. Si se desea colocar un injerto óseo, se crea un túnel bajo los tejidos blandos y (D) se introduce la lechada de injerto en la zona con una jeringa. E. Aspecto al final de la intervención, una vez colocado el material de injerto. F. Diez meses después. (Por cortesía del Dr. S. Dibart.)

ultrasonidos terapéuticos a los dientes y el hueso adyacente. Los tres sistemas están en vías de comercialización, y presumiblemente empezaremos a conocer pruebas científicas de su eficacia.

A diferencia de las tentativas realizadas hace 40 años para inducir corrientes piezoeléctricas (que ya hemos comentado anteriormente), el sistema vibratorio AcceleDent se basa en la aplicación de una vibración de alta frecuencia (30 Hz) a los dientes durante unos 20 min diarios, aproximadamente (fig. 8-17). En teoría, esta vibración estimula la diferenciación y la maduración celulares, de tal manera que la remodelación ósea necesaria para

el movimiento dental se produce más rápidamente. Desde este punto de vista, el efecto parece análogo a una lesión local (es decir, la creación de microfracturas en el hueso alveolar), aunque con una forma diferente y menos invasiva de producir el efecto de lesión que en el caso de la corticotomía o de la perforación ósea. En general, podemos considerar que la remodelación ósea consiste en una reparación continuada de las microfracturas que produce la función.

A finales de 2010 se presentó una solicitud de patente para usar la fototerapia con el objeto de acelerar el movimiento



FIGURA 8-17 A. El dispositivo vibrador AcceleDent consiste en una pieza bucal activada por un dispositivo a batería en el que se inserta. B. El paciente muerde la pieza bucal, que vibra a una frecuencia de 30 Hz durante 20 min al día. (Por cortesía de OrthoAccel Technologies, Inc., Houston, TX.)



FIGURA 8-18 Prototipo de dispositivo Biolux, que emite (a una frecuencia por encima del espectro visible humano) una luz que atraviesa las mejillas y los tejidos blandos que cubren el hueso alveolar. También tiene que utilizarse durante 20 min diarios.

dental, y actualmente se están llevando a cabo varios estudios clínicos. En la fototerapia (Biolux) se utiliza una luz con una longitud de onda de 800-850 nm (justo por encima del espectro visible) que penetra en los tejidos blandos e «infunde energía lumínica directamente en el tejido óseo» (fig. 8-18). Los experimentos han demostrado que aproximadamente el 97% de la energía lumínica se pierde antes de que atraviese las

mejillas y hueso alveolar hasta alcanzar el interior del espacio alveolar de una extracción reciente, aunque se asegura que el 3% restante tiene suficiente energía para excitar las enzimas intracelulares e incrementar la actividad celular en el LPD y el hueso. Presumiblemente, esto incrementaría la velocidad de remodelación ósea y de movimiento dental. Se ha comprobado que el uso de la fototerapia en otras aplicaciones aumenta el flujo sanguíneo, y esto podría modificar también la velocidad de movimiento de los dientes. El dispositivo Biolux tiene una peculiaridad muy interesante: puede ajustarse para aplicar la luz únicamente en los dientes anteriores, en toda la arcada o solo en los dientes posteriores, lo que evidentemente podría mejorar el control sobre el anclaje si la aplicación de la luz acelera el movimiento dental en la zona iluminada.

La aplicación de ultrasonidos al proceso alveolar durante el movimiento ortodóncico de los dientes va dirigida igualmente a alterar la biología, con la esperanza de que reducirá la reabsorción radicular y facilitará el movimiento dental. Es bien sabido que los ultrasonidos terapéuticos (diferentes de los ultrasonidos usados para el diagnóstico) incrementan el flujo sanguíneo en la zona tratada y, en teoría, ese incremento del flujo sanguíneo en el LPD limitaría o quizás evitaría la formación de zonas hialinizadas y, por consiguiente, reduciría la reabsorción radicular. Probablemente esto incrementaría también la velocidad de remodelación ósea y de movimiento dental.

¿Demostrará alguna de estas técnicas una eficacia real en los seres humanos? El hecho de que se haya solicitado la aprobación de la Food and Drug Administration (FDA) para la vibración y la fototerapia (AcceleDent cuenta ya con la autorización de la FDA), y probablemente también para los ultrasonidos terapéuticos, significa que habrá que aportar algunos datos de resultados clínicos antes de que se autorice el uso clínico de estos dispositivos en EE. UU. La mayoría de las innovaciones en el campo del tratamiento ortodóncico (incluidas la corticotomía y la OOA) han surgido sin ningún tipo de control regulador y han sido comercializadas mucho antes

de disponer de datos científicos; por consiguiente, la aprobación de la FDA para cualquier dispositivo ortodóncico nuevo representa un paso adelante hacia el tratamiento basado en pruebas.

EL ANCLAJE Y SU CONTROL

Anclaje: resistencia al movimiento dental no deseado

El término *anclaje* se define en su aplicación ortodóncica de un modo poco habitual: la definición como «resistencia a un movimiento dental no deseado» expone lo que el odontólogo desea. Aunque poco frecuente, la acepción es más clara cuando se presenta de este modo. El odontólogo o el ortodoncista construyen siempre un aparato para producir determinados movimientos dentales deseados. Para cada acción deseada existe una reacción igual y opuesta. Inevitablemente, las fuerzas de reacción pueden mover también otros dientes si el aparato contacta con ellos. Por consiguiente, el anclaje es la resistencia a las fuerzas de reacción que se obtiene (habitualmente) de otros dientes, o (en ocasiones) del paladar, a veces de la cabeza o del cuello (mediante una fuerza extraoral) y más a menudo mediante anclajes atornillados a los maxilares.

Por el momento, nos centraremos primero en el control de los movimientos dentales no deseados cuando varios dientes van a servir como anclajes. Al planificar el tratamiento ortodóncico es sencillamente imposible considerar solo los dientes que se desea mover. Hay que analizar, evaluar y controlar cuidadosamente los efectos recíprocos en el conjunto de las arcadas dentales. Un aspecto importante del tratamiento consiste en potenciar al máximo el movimiento deseado y limitar al mismo tiempo los efectos secundarios indeseables.

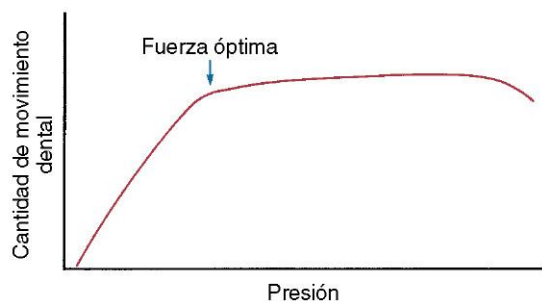


FIGURA 8-19 Representación teórica de la relación entre la presión en el seno del ligamento periodontal (LPD) y la magnitud del movimiento dental. La presión en el LPD equivale a la fuerza aplicada a un diente, dividida por la superficie del LPD sobre la que se distribuye dicha fuerza. El umbral para el movimiento dental es muy bajo. El movimiento dental aumenta con la presión hasta un punto determinado, se mantiene aproximadamente al mismo nivel durante un intervalo bastante amplio y puede llegar a declinar si la presión es muy intensa. La mejor definición de fuerza óptima para el tratamiento ortodóncico es la fuerza más leve que produce una respuesta máxima o casi máxima (es decir, que eleva la presión del LPD al borde del segmento casi constante de la curva de respuesta). La magnitud de la fuerza óptima variará en función de cómo se distribuya en el LPD (es decir, es diferente para distintos tipos de movimiento dental [inclinación, movimiento en bloque, intrusión, etc.]).

Relación entre el movimiento dental y la fuerza

Una estrategia evidente para controlar el anclaje sería la de concentrar la fuerza necesaria para producir el movimiento dental allí donde se necesita, y después disipar la fuerza de reacción entre el mayor número de dientes posible, manteniendo la menor presión sobre el LPD de los dientes de anclaje. Un umbral por debajo del cual la presión no produzca ninguna reacción permitiría controlar perfectamente el anclaje, ya que solo habría que asegurarse de no alcanzar el umbral para el movimiento dental en los dientes de la unidad de anclaje. Una respuesta diferencial a la presión, de manera que una presión intensa produjera un movimiento dental mayor que otra más leve, permitiría mover algunos dientes más que otros, aunque siempre se produjera algún movimiento dental no deseado.

De hecho, parece ser que el umbral para el movimiento dental es bastante bajo, pero se observa una respuesta diferencial a la presión, de modo que esta estrategia de «divide y vencerás» resulta razonablemente eficaz. Como se indica en la *figura 8-19*, los dientes se comportan hasta cierto punto como si el movimiento ortodóncico fuera proporcional a la magnitud de la presión. A partir de dicho punto, el movimiento dental depende cada vez menos de la magnitud de la presión, de modo que se crea una meseta muy amplia de presión ortodóncicamente eficaz.²⁹ La intensidad óptima de la fuerza para el movimiento ortodóncico es la fuerza más leve y la presión resultante que producen una respuesta casi máxima (es decir, en el límite de la meseta). Las fuerzas superiores, aunque producen el movimiento dental con la misma eficacia, resultarían excesivamente traumáticas, y como se comenta más adelante, generarían tensiones innecesarias sobre el anclaje.

Condiciones de anclaje

En este contexto pueden definirse varias condiciones de anclaje:

Movimiento dental recíproco. En una situación recíproca, las fuerzas aplicadas a los dientes y a los segmentos de arcada son iguales, y también lo es la distribución de las fuerzas por el LPD. Un ejemplo muy sencillo es lo que sucedería si se conectaran con un resorte activo dos incisivos centrales superiores separados por un diastema (*fig. 8-20*). Los dientes, casi idénticos, soportarían la misma fuerza distribuida uniformemente por el LPD, y se acercarían el uno al otro la misma distancia.

Una situación algo parecida se produciría al colocar un resorte a través del hueco de extracción de un primer premolar, oponiendo el incisivo central, el incisivo lateral y el canino del segmento anterior de la arcada contra el segundo premolar y el primer molar del segmento posterior. Veamos si esta técnica produciría realmente un movimiento dental recíproco. Evidentemente, los tres dientes anteriores y los dos posteriores soportarían la

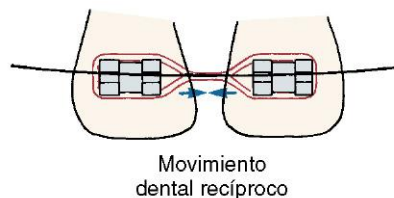


FIGURA 8-20 El movimiento dental recíproco se produce cuando dos dientes o unidades de resistencia del mismo tamaño traccionan una de la otra, como ocurre en este ejemplo del cierre recíproco de un diastema de la línea media en el maxilar.

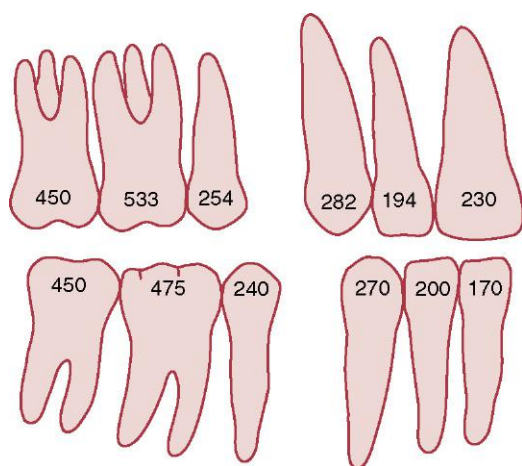


FIGURA 8-21 El «valor de anclaje» aproximado de un diente equivale a su superficie radicular. Como se muestra en este diagrama, el primer molar y el segundo molar de ambas arcadas tienen aproximadamente una superficie equivalente a la del canino y los dos incisivos. (Modificado de Freeman DC. Root Surface Area Related to Anchorage in the Begg Technique. Memphis: University of Tennessee Department of Orthodontics, M.S. Thesis; 1965.)

misma fuerza, ya que la acción del resorte sobre un segmento se acompaña de una reacción igual y opuesta en el otro. Para un movimiento recíproco se necesitaría la misma superficie total de LPD sobre la que se pudiera distribuir la fuerza.

Conceptualmente, el «valor de anclaje» de un diente (es decir, su resistencia al movimiento) se puede definir en función de su superficie radicular, que es la misma que la del LPD. Cuanto mayor sea la raíz, mayor será la superficie sobre la que se puede distribuir una fuerza, y viceversa. Como se observa en la figura 8-21, la superficie del LPD en los dos dientes posteriores de este ejemplo es algo mayor que la superficie total del LPD anterior. Por consiguiente, con un resorte sencillo que conecte ambos segmentos, los dientes anteriores se moverían algo más que los posteriores. El movimiento no sería verdaderamente recíproco, pero se aproximaría bastante.

Anclaje reforzado. Continuando con el ejemplo del hueco de extracción, si se deseara una retrusión diferencial de los dientes anteriores, se podría reforzar el anclaje sobre los dientes posteriores, añadiendo el segundo molar a la unidad posterior (v. fig. 8-21). Ello alteraría el cociente de las superficies radiculares, de manera que actuaría una presión relativamente mayor sobre el LPD de los dientes anteriores, y con lo cual se conseguiría una retrusión del segmento anterior relativamente mayor que el avance del segmento posterior.

Conviene señalar que el refuerzo del anclaje mediante la adición de más unidades de resistencia resulta eficaz porque al haber más dientes (o estructuras extraorales) en el anclaje, la fuerza de reacción se distribuye sobre una superficie mayor de LPD. Esto reduce la presión sobre las unidades de anclaje, y las hace descender por la curva de presión-respuesta. Ahora adquiere mayor importancia la forma de la curva de presión-respuesta. Mantener una fuerza de menor intensidad tiene dos ventajas: no solo limita el traumatismo y el dolor, sino que además permite crear el anclaje aprovechando diferentes zonas del LPD en los segmentos de anclaje. Como se muestra en la figura 8-22, una fuerza excesiva anula la eficacia del refuerzo del anclaje al desplazar los dientes de anclaje

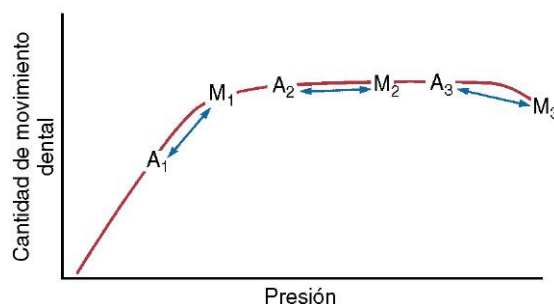


FIGURA 8-22 Consideremos la respuesta de los dientes de anclaje (A en el diagrama) y los dientes que queremos mover (M) en tres circunstancias. En cada caso, la presión en el ligamento periodontal (LPD) de los dientes de anclaje es menor que la presión en el LPD de los dientes que se van a mover, debido a que hay más dientes en la unidad de anclaje. En el primer caso (A_1-M_1), la presión sobre los dientes que se van a mover es óptima, mientras que en la unidad de anclaje es subóptima, y los dientes de anclaje se mueven menos (se mantiene el anclaje). En el segundo caso (A_2-M_2), aunque la presión en los dientes de anclaje es menor que en los dientes que se van a mover, ambos se sitúan en la meseta de presión-respuesta, y cabe esperar que los dientes de anclaje se muevan tanto como los que queremos mover (se pierde el anclaje). Con una fuerza excesivamente elevada (A_3-M_3), los dientes de anclaje pueden moverse más que los que queríamos mover. Aunque la tercera posibilidad es teórica y puede no darse en la práctica clínica, las dos primeras situaciones sí se observan en ortodoncia clínica. Este principio explica la eficacia de las fuerzas leves a la hora de controlar el anclaje, y por qué las fuerzas intensas destruyen el anclaje.

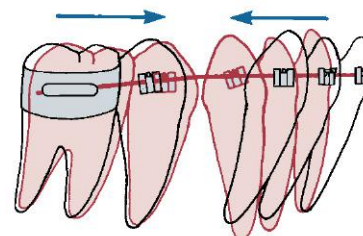


FIGURA 8-23 El desplazamiento de los dientes de anclaje se puede limitar distribuyendo el sistema de fuerzas de manera que los dientes de anclaje solo puedan moverse en bloque, mientras que los dientes que se van a mover se puedan inclinar, como ocurre en este ejemplo de retrusión de unos incisivos mediante la inclinación posterior de los mismos. Este método se denomina *anclaje estacionario*. En este ejemplo, el tratamiento no es completo, ya que en una fase posterior deberán enderezarse las raíces de los incisivos inclinados lingualmente, pero el tratamiento en dos fases mediante la inclinación seguida del enderezamiento se puede utilizar para controlar el anclaje. La distribución de la fuerza sobre una superficie mayor de ligamento periodontal de los dientes de anclaje reduce la presión en el mismo.

hacia la parte más plana de la curva de presión-respuesta. En tal caso, se dice que el odontólogo ha soltado, quemado o perdido el anclaje por haber movido demasiado los dientes de anclaje.

Anclaje estacionario. El término *anclaje estacionario*, utilizado tradicionalmente, aunque menos descriptivo que la denominación *anclaje reforzado*, hace referencia a la ventaja que se puede obtener del movimiento en bloque de un grupo de dientes contra la inclinación de otro (fig. 8-23). Utilizando el mismo

ejemplo del hueco de extracción de un premolar, si se dispusiera el aparato de modo que pudiera inclinar lingualmente los dientes anteriores, y mover al mismo tiempo los dientes posteriores en bloque, se produciría la presión óptima para el segmento anterior con alrededor de la mitad de la fuerza que si hubiera que retruir en bloque los dientes anteriores. Ello significa que la fuerza de reacción distribuida por los dientes posteriores se reduciría a la mitad, con lo cual estos solo se moverían la mitad.

Si las superficies de LPD fueran idénticas, al inclinar el segmento anterior y mover en bloque el segmento posterior se duplicaría el grado de retrusión anterior en comparación con el movimiento de avance del segmento posterior. Sin embargo, es importante recordar de nuevo que para que esta estrategia dé resultado, se precisa una fuerza leve. Si la fuerza fuera lo bastante intensa como para desplazar los dientes posteriores en su margen óptimo de movimiento, ya no importaría que el segmento anterior se inclinara o se moviera en bloque. La aplicación de una fuerza excesiva anularía este método de control del anclaje y produciría efectos desastrosos.

Efecto diferencial de las fuerzas muy intensas. Si unas presiones muy elevadas impidieran el movimiento dental, se podría modificar el anclaje de manera que se moviera más el segmento de la arcada con mayor superficie de LPD. Por supuesto, se podría conseguir este resultado aplicando esa fuerza intensa de manera que se sacara el segmento más pequeño del margen máximo de movimiento dental, al tiempo que se mantuviera dentro del mismo al segmento de mayor tamaño (v. fig. 8-22). Dado que los efectos serían muy traumáticos, representaría una forma contraproducente de manipular deliberadamente el anclaje.

De hecho, no es seguro que el grado de movimiento dental en respuesta a la fuerza aplicada se reduzca al aplicar fuerzas muy intensas en cualquier circunstancia, y puede que en realidad no exista este tipo de movimiento diferencial. Sin embargo, si se aplica una fuerza excesiva, es posible producir un movimiento del segmento de anclaje mayor de lo esperado, aunque el mecanismo sea solo un movimiento diferencial del segmento de anclaje hasta la pendiente de la curva de presión-respuesta, más que un declive en la respuesta del segmento en movimiento. Es más sencillo entender la fuerza

diferencial en términos de la meseta de la curva de las figuras 8-19 y 8-22, y no del declive cuestionable de la zona extrema derecha.

Anclaje cortical. Una última consideración en relación con el control del anclaje es la respuesta diferencial del hueso cortical en comparación con el medular. El hueso cortical es más resistente a la reabsorción, y el movimiento dental es más lento cuando una raíz contacta con el mismo. Algunos autores han propuesto torcer las raíces de los dientes posteriores hacia el exterior, contra la placa cortical, para inhibir su movimiento mesial cuando hay que cerrar espacios de extracción. Dado que el movimiento mesial se produciría a lo largo de la placa cortical, no contra la misma, es muy dudoso que esta técnica refuerce considerablemente el anclaje (aunque puede inducir reabsorción radicular). Sin embargo, una capa de hueso cortical denso que se haya formado en el proceso alveolar puede modificar el movimiento dental. Esta situación puede darse en un antiguo hueco de extracción, por ejemplo en un adulto que haya perdido un molar o un premolar hace muchos años (fig. 8-24). Puede resultar muy difícil cerrar ese hueco de extracción, ya que el movimiento dental se reduce a la mínima expresión cuando las raíces se topan con hueso cortical a lo largo del reborde alveolar reabsorbido.

Como norma general, los movimientos de torsión están limitados por las placas corticales vestibular y lingual. Si se fuerza persistentemente una raíz contra cualquiera de estas placas, el movimiento dental disminuye considerablemente y se puede producir una reabsorción radicular, aunque también se puede perforar el hueso cortical. Aunque es posible torcer labial o lingualmente la raíz de un diente alejándola del hueso (fig. 8-25), por fortuna no es fácil conseguirlo.

Anclaje esquelético. Está demostrado que si pudieran servir como anclajes estructuras diferentes a los dientes, sería posible producir movimientos dentales o realizar modificaciones del crecimiento sin efectos secundarios indeseables. Hasta comienzos del siglo XXI, la fuerza extraoral (casquete) y, en menor medida, el paladar anterior eran las únicas vías para obtener anclaje al margen de los dientes. El casquete puede utilizarse para aumentar el anclaje, pero existen dos problemas: 1) es imposible que un paciente lleve el casquete todo el tiempo y la mayoría lo llevan,

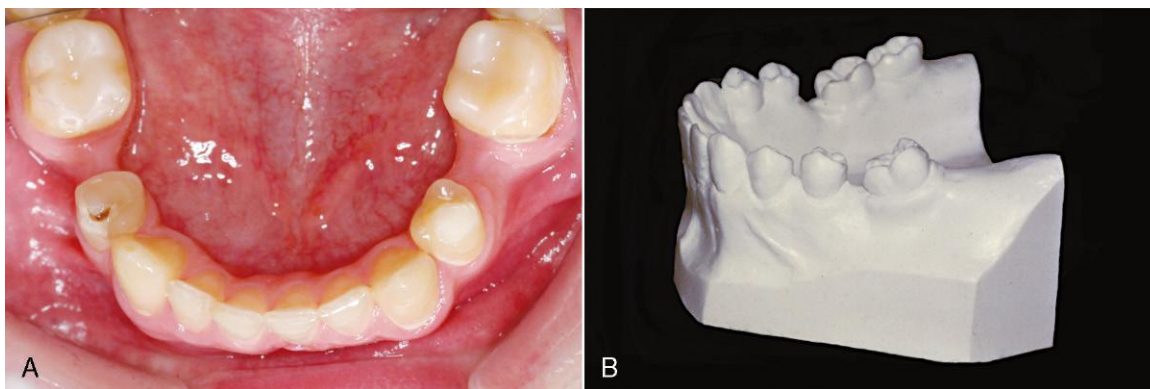


FIGURA 8-24 La pérdida de hueso alveolar en un antiguo hueco de extracción puede crear una zona de hueso cortical entre dientes adyacentes, al estrecharse el proceso alveolar. **A.** Este niño perdió los segundos molares temporales muy temprano y tenía agenesia congénita de los segundos premolares. La mayor reabsorción del reborde en el lado derecho que en el izquierdo indica que el segundo molar temporal derecho se perdió primero. Esta es una situación en la que el «anclaje cortical» puede representar un factor innegable. El cierre de estos espacios de extracción resulta muy difícil debido a la resistencia del hueso cortical a la remodelación. **B.** En adultos que han «perdido» los primeros molares permanentes en la adolescencia, el segundo molar se inclina mesialmente, pero la reabsorción del hueso alveolar en el sitio de la extracción estrecha el reborde. También es difícil y lento el cierre de estos espacios ortodóncicamente, ya que se requiere la remodelación de la cortical ósea.

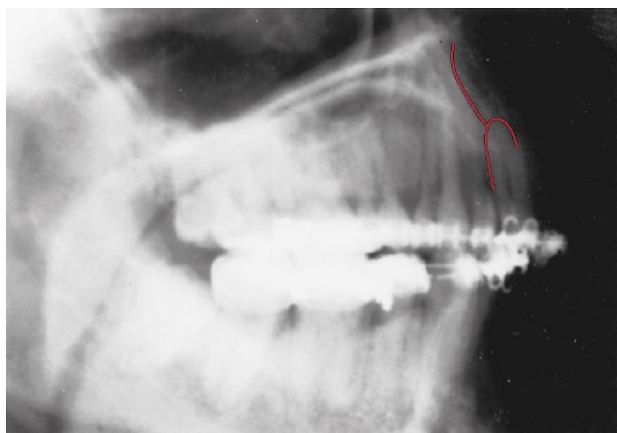


FIGURA 8-25 Inclinación extrema de los incisivos superiores como consecuencia de unas fuerzas ortodóncicas excesivas y mal controladas. En este paciente, los ápices de los cuatro incisivos superiores han sido arrastrados a través de la placa cortical labial y se ha perdido la vitalidad pulpar.

como mucho, la mitad del tiempo, y 2) cuando se lleva el casquete, la fuerza que se ejerce sobre los dientes es muy superior a la óptima, lo que da como resultado un sistema de fuerzas que se aleja del ideal. La fuerza intermitente e intensa de un casquete no es una buena manera de contrarrestar el efecto de la fuerza ligera continua procedente del aparato de ortodoncia. No es sorprendente que el casquete no controle muy bien el movimiento del segmento de anclaje de un arco dental. En teoría, se puede obtener anclaje adicional en la zona de las rugas del paladar; de hecho, esto no resulta muy eficaz (v. capítulo 15).

Gracias al desarrollo de técnicas de implantes óseos satisfactorias para sustituir los dientes ausentes, muy pronto se comprendió que se podían también usar implantes para el anclaje ortodóncico. Un implante correctamente colocado es como un diente anquilosado: no se mueve a menos que se produzca una degeneración patológica del hueso que le rodea. Recientemente, se ha visto que no es necesaria (y quizá no deseable) la osteointegración para el éxito a largo plazo de los implantes cuando se utilizan como anclajes temporales al hueso para proporcionar anclaje ortodóncico. Actualmente existen varias opciones para el anclaje esquelético, la principal de ellas son los tornillos de titanio que penetran a través de la encía en el hueso alveolar (fig. 8-26, A) y los anclajes óseos colocados por debajo del tejido blando, por lo general en la zona del contrafuerte cigomático del maxilar (v. fig. 8-26, B).

En estos momentos, la aplicación de tornillos óseos o de placas para el anclaje esquelético se ha convertido ya en una práctica rutinaria dentro de la ortodoncia clínica. Estos dispositivos se describen en la sección sobre aparatología fija del capítulo 10, y en el capítulo 18 se explican las aplicaciones clínicas del anclaje esquelético temporal.

EFFECTOS PERJUDICIALES DE LAS FUERZAS ORTODÓNCICAS

Movilidad y dolor como consecuencia del tratamiento ortodóncico

La movilización ortodóncica de los dientes no solo requiere la remodelación del hueso adyacente a los dientes, sino también una reorganización del propio LPD. Las fibras se desinsertan de

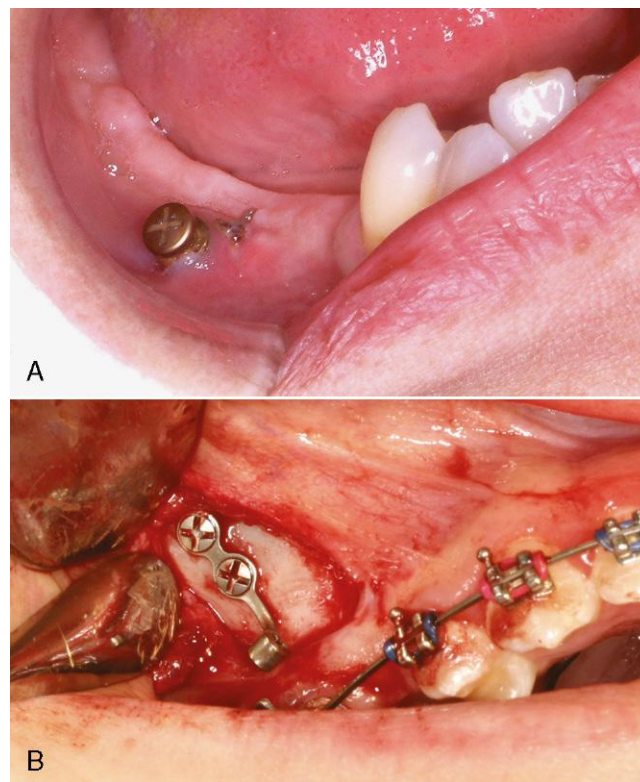


FIGURA 8-26 Existen dos maneras de obtener anclaje esquelético (absoluto). **A.** Colocación de tornillos a través de la encía hacia el hueso alveolar, como en este paciente en el que los tornillos se utilizarán para anclaje de manera que puedan alinearse los incisivos inferiores antes de la sustitución ortodóncica de los dientes ausentes. O bien **(B)** anclajes óseos colocados por debajo del tejido blando, generalmente en la base del arco cigomático, de manera que pueden intruírse los dientes posteriores o retruírse los anteriores. Una vez suturados los tejidos blandos sobre la placa y los tornillos, solo se verá en la cavidad oral el tubo para la inserción de los resortes.

la superficie del hueso y el cemento y se vuelven a insertar después. Radiográficamente, se puede observar que el espacio del LPD se ensancha durante la movilización ortodóncica de los dientes. La combinación de un espacio ligamentoso más amplio y un ligamento algo desorganizado implica que los pacientes presentarán una mayor movilidad.

Una respuesta previsible al tratamiento ortodóncico es un moderado aumento de la movilidad. No obstante, cuanto más intensas sean las fuerzas ortodóncicas, mayores serán la reabsorción basal previsible y la movilidad. Una movilidad excesiva es un indicio de que se están aplicando fuerzas demasiado intensas. Esta situación puede suceder porque el paciente aprieta o rechina los dientes contra un diente que se ha movido a una posición de oclusión traumática. Si un diente queda demasiado móvil durante el tratamiento ortodóncico, deben interrumpirse todas las fuerzas hasta que su movilidad disminuya a niveles moderados. A diferencia de la reabsorción radicular, la movilidad excesiva suele corregirse por sí sola y sin dejar secuelas permanentes.

Si se aplica una presión intensa sobre un diente, se produce dolor de forma casi inmediata al quedar el LPD literalmente aplastado. No existe ninguna excusa para utilizar en la movilización

ortodóncica de los dientes fuerzas que provoquen un dolor inmediato de este tipo. Si se aplica una fuerza ortodóncica adecuada, el dolor que percibe el paciente es muy escaso o ninguno, si bien el dolor suele aparecer al cabo de algunas horas. El paciente percibe una ligera sensación dolorosa y los dientes son bastante sensibles a la presión, hasta el punto de que morder un objeto duro produce dolor. El dolor dura por lo general de 2 a 4 días y después desaparece hasta que se vuelve a reactivar el aparato ortodóncico, momento en el cual puede repetirse un ciclo similar, pero para la mayoría de los pacientes, el dolor asociado con la activación inicial del aparato es el más intenso. Es frecuente observar que el dolor suele presentar notables variaciones individuales, y así sucede en la ortodoncia. Algunos pacientes experimentan molestias escasas o nulas, incluso con fuerzas relativamente intensas, mientras que otros sienten molestias considerables con fuerzas bastante leves.

El dolor asociado al tratamiento ortodóncico guarda relación con la aparición de zonas isquémicas (hialinizadas) en el LPD, que sufrirá necrosis aséptica. El aumento de la sensibilidad a la presión indica inflamación apical y es probable que también contribuya al dolor la leve pulpitis que suele aparecer al poco tiempo de aplicar las fuerzas ortodóncicas. Parece existir alguna relación entre la magnitud de la fuerza aplicada y la cuantía del dolor; cuanto más intensa es la fuerza, mayor es el dolor; los demás factores son iguales. Esto coincide con la idea de las zonas isquémicas del LPD (probablemente zonas que sufrirán una necrosis aséptica, o hialinización) como causa del dolor, ya que fuerzas de mayor intensidad provocarán mayores zonas de isquemia.

Si el origen del dolor reside en la aparición de zonas de isquemia, los métodos para aliviar provisionalmente la presión y permitir el flujo sanguíneo por las zonas comprimidas deberán ser de alguna ayuda. De hecho, si se utilizan fuerzas de poca intensidad, el dolor que experimentan los pacientes se puede reducir haciéndoles mascar (una goma, una oblea de plástico colocada entre los dientes o cualquier otro objeto) durante las 8 h posteriores a la activación del aparato ortodóncico. Presumiblemente, esto desplaza temporalmente los dientes lo bastante como para permitir algún flujo sanguíneo por las zonas comprimidas, así se evita la acumulación de metabolitos que estimulen los receptores del dolor. Sin embargo, las fuerzas poco intensas son la clave para reducir el dolor como medida concomitante del tratamiento ortodóncico.

Como ya se ha señalado anteriormente, muchos de los fármacos que se administran para controlar el dolor pueden alterar el movimiento dental debido a sus efectos sobre las prostaglandinas. Se ha sugerido que el paracetamol debería ser un analgésico más indicado que la aspirina, el ibuprofeno, el naproxeno y similares inhibidores de las prostaglandinas. El argumento en contra del paracetamol es que la inflamación del LPD contribuye al dolor. El paracetamol no disminuye la inflamación, pero los agentes que actúan periféricamente (como el ibuprofeno) sí, de manera que pueden controlar el dolor más eficazmente. Basándose en una serie de estudios clínicos, actualmente se considera que el paracetamol y los AINE sin receta resultan igualmente aceptables para controlar el dolor durante los 3 o 4 días inmediatamente posteriores a la activación de un aparato ortodóncico. Cabe también destacar un efecto placebo muy marcado: en un estudio reciente realizado en condiciones válidas se consiguió un efecto analgésico similar al obtenido con cualquiera de estos fármacos tranquilizando a los pacientes y llamándoles a casa la noche después de colocarles los aparatos.³⁰

Es poco frecuente, aunque no imposible, que los pacientes ortodóncicos desarrollen dolor e inflamación de los tejidos blandos, no como consecuencia de las fuerzas ortodóncicas, sino a causa de una reacción alérgica. Los dos principales culpables de que se produzca esta situación son la reacción al látex de los guantes o de los elásticos, o una reacción al níquel de las bandas, a los brackets y a los alambres de acero inoxidable. La alergia al látex puede ser muy grave y poner en peligro la vida del paciente. Deben extremarse las precauciones y no utilizar productos que contengan látex en los pacientes con antecedentes de alergia a este material. El níquel es un metal alérgico y casi el 20% de la población estadounidense experimenta alguna reacción cutánea a los materiales que contienen níquel (bisutería y pendientes). Afortunadamente, la mayoría de los niños con alergia cutánea al níquel no experimentan una reacción mucosa a los aparatos ortodóncicos de acero inoxidable (que contiene aproximadamente un 8% de níquel) y toleran el tratamiento perfectamente, aunque no es así en algunos casos.³¹ Los síntomas característicos de alergia al níquel en un paciente ortodóncico son eritema e hinchazón generalizados de los tejidos orales, que aparecen 1 o 2 días después de colocarles un aparato de acero inoxidable. En estos casos, se pueden usar brackets y tubos de titanio en lugar de acero inoxidable (v. capítulo 10), y arcos de alambre de β -titanio en lugar de alambres de níquel-titanio (NiTi) o de acero. Si tenemos alguna duda sobre la forma en que un paciente con alergia al níquel va a reaccionar a un aparato ortodóncico, conviene cementar uno o dos brackets de acero y esperar 1 o 2 semanas para ver si se produce una reacción alérgica antes de colocar un aparato completo.

Efectos sobre la pulpa

Aunque las reacciones de la pulpa al tratamiento ortodóncico son mínimas, puede producirse una respuesta inflamatoria leve y transitoria de la misma, al menos al inicio del tratamiento. Como se ha señalado anteriormente, esto podría contribuir a las molestias que suelen experimentar los pacientes durante algunos días al activar los aparatos, aunque esta leve pulpitis no tiene consecuencias a largo plazo.

Ocasionalmente, se publican casos de pérdida de la vitalidad dental durante el tratamiento ortodóncico. Suele haber una historia de traumatismo dental previo, aunque también puede deberse a un mal control de las fuerzas ortodóncicas. Si un diente está sometido a una fuerza intensa y constante, se produce una secuencia de movimientos bruscos al permitir la reabsorción basal unos cambios cada vez mayores. Un movimiento brusco lo bastante importante del ápice radicular puede interrumpir los vasos sanguíneos en su entrada. También se ha podido observar una pérdida de vitalidad cuando los incisivos se inclinan distalmente hasta el punto de que el ápice de la raíz llega a salir del proceso alveolar al moverse en la dirección contraria (v. fig. 8-25). También en este caso, esos movimientos cortarían los vasos sanguíneos que entran en el conducto pulpar.

Dado que el factor fundamental en el movimiento ortodóncico de los dientes es la respuesta del LPD, no de la pulpa, es perfectamente factible mover los dientes sometidos a tratamiento endodóncico. Sobre todo en los adultos que reciben tratamiento ortodóncico coadyuvante (v. capítulo 18), puede ser necesario proceder al tratamiento endodóncico de algunos dientes y posteriormente a su recolocación ortodóncica. No existe ninguna contraindicación a esta práctica. Si se efectúa correctamente, el

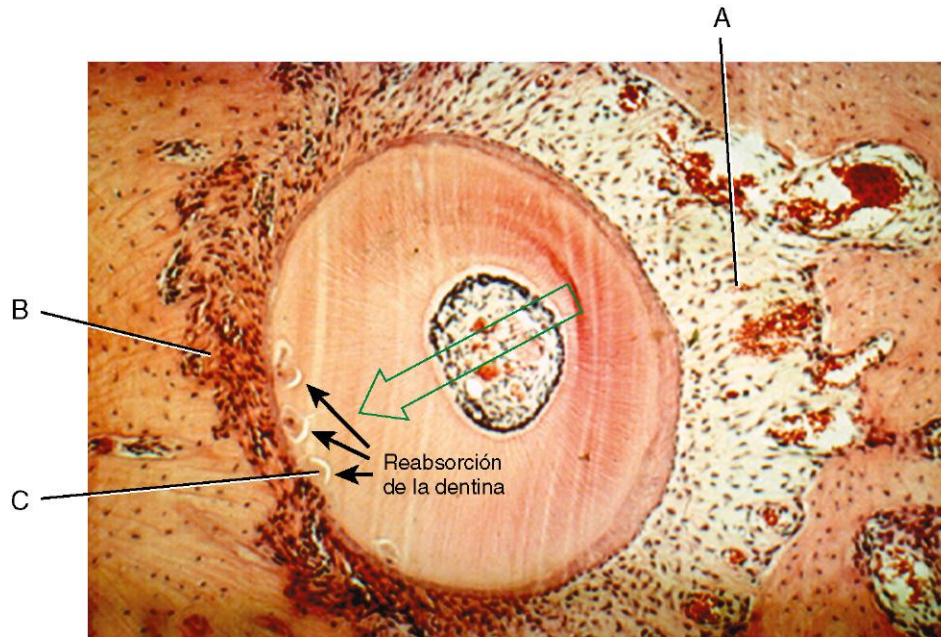


FIGURA 8-27 Corte coronal a través de la raíz de un premolar que está siendo desplazado hacia la izquierda (*flecha*). Obsérvese la zona de compresión del LPD a la izquierda y de tensión a la derecha. También puede verse a la derecha la dilatación de los vasos sanguíneos y la actividad osteoblástica (**A**). A la izquierda existen osteoclastos que están eliminando tejido óseo (**B**). También a la izquierda pueden verse zonas en las que comienza a reabsorberse la raíz y que serán reparadas mediante la acumulación posterior de cemento (**C**). Si la reabsorción penetra a través del cemento hasta la dentina, el propio cemento terminará reparando las grietas que se han producido en la dentina. (Por cortesía del profesor B. Melsen.)

movimiento ortodóncico de un diente desvitalizado no debería asociarse con reabsorción radicular grave. Un caso especial es el de un diente que ha sufrido un traumatismo intrusivo grave y ha requerido tratamiento endodóncico por esa razón.³² Si es necesario movilizar ese diente por medios ortodóncicos, se puede prevenir en parte la reabsorción manteniendo una obturación de hidróxido cálcico hasta completar el movimiento del diente; posteriormente, podrá efectuarse la obturación radicular definitiva.³³

Efectos sobre la estructura de las raíces

El tratamiento ortodóncico requiere la remodelación del hueso adyacente a la estructura radicular de los dientes. Se creyó durante muchos años que la estructura radicular no sufría las mismas remodelaciones que el hueso. Investigaciones más recientes han dejado muy claro que cuando se aplican fuerzas ortodóncicas suele producirse alguna remodelación del cemento de la superficie radicular y del hueso adyacente.

Rygh et al. han demostrado que el cemento adyacente a las áreas hialinizadas (necróticas) de LPD queda «marcado» por este contacto y que los osteoclastos atacan este cemento cuando se repara la LPD.³⁴ Esta observación permite explicar por qué una fuerza ortodóncica intensa y continuada puede dar lugar a una grave reabsorción radicular. Sin embargo, incluso extremando el control de las fuerzas ortodóncicas, es difícil evitar la formación de algunas zonas hialinizadas en el LPD. Un examen cuidadoso de la superficie de las raíces de los dientes movilizados ortodóncicamente revela la existencia de zonas reparadas de reabsorción del cemento y la dentina de la raíz (*fig. 8-27*). Parece ser que el cemento (y la dentina, si la reabsorción atraviesa el cemento) es eliminado de la superficie de la raíz mientras actúa la

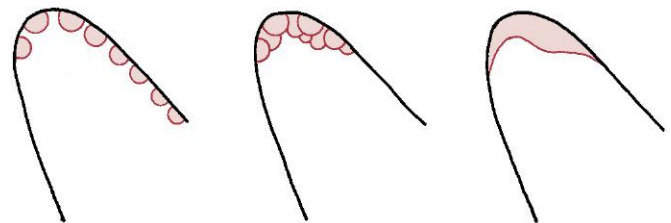


FIGURA 8-28 Durante el movimiento dental, las células clásticas atacan el cemento y el hueso, creando defectos en la superficie de las raíces. Durante la fase de reparación, estos defectos se rellenan nuevamente de cemento. Las raíces se acortan cuando las cavidades confluyen en el ápice, de modo que quedan penínsulas de estructura radicular recortadas como islas. Estos islotes se reabsorben, y aunque durante el proceso de reparación se forma cemento nuevo sobre la superficie radicular residual, se observa una disminución neta de la longitud radicular. Esta es la razón por la que, aunque los lados y el ápice sufren la reabsorción, las raíces se vuelven más cortas, pero no más delgadas, como consecuencia del movimiento dental ortodóncico.

fuerza activa, y posteriormente es restaurado durante los períodos de inactividad relativa. En otras palabras, la remodelación de la raíz es una característica constante de la movilización ortodóncica dental, pero solo se producirá una pérdida permanente de la estructura de la raíz si la reparación no repone el cemento reabsorbido anteriormente.

La reparación de la raíz dañada no será posible solo si la agresión sufrida produce defectos importantes en el ápice, que en última instancia queda separado de la superficie radicular (*fig. 8-28*). Una vez que un islote de cemento o dentina se desprende totalmente de

la superficie radicular, es reabsorbido y no llega a ser reemplazado. Por otra parte, incluso los defectos profundos en forma de cráter que aparecen en la superficie radicular vuelven a rellenarse con cemento una vez que cesa el movimiento ortodóncico. Por tanto, la pérdida permanente de la estructura radicular como consecuencia del tratamiento ortodóncico afecta fundamentalmente al ápice. A veces, se observa una reducción en la cara lateral de la raíz en la región apical.

El acortamiento de las raíces dentales durante el tratamiento ortodóncico se produce por tres mecanismos distintos, que hay que distinguir para valorar la etiología de la reabsorción.

Reabsorción generalizada moderada

A pesar de esta posibilidad de reparación, el examen radiológico minucioso de los individuos que han sido sometidos a tratamiento ortodóncico revela alguna pérdida de longitud radicular en casi todos los casos, y esa pérdida es mayor en los pacientes cuyo tratamiento se prolonga durante más tiempo (tabla 8-4). El acortamiento medio de la longitud radicular de los incisivos superiores es algo mayor que el de otros dientes, pero todos los incluidos en el aparato ortodóncico fijo típico experimentan un ligero acortamiento medio. En el estudio de Seattle del que proceden los datos de la tabla 8-4, se embandaron todos los dientes menos los segundos molares superiores. Se observa que estos fueron los únicos dientes no afectados. No obstante, el 90% de los incisivos superiores y más de la mitad de todos los dientes sufren alguna pérdida de longitud radicular durante el tratamiento, para la gran mayoría de los pacientes la pérdida de estructura radicular es mínima y no alcanza significación clínica.

Sin embargo, en ocasiones se observa la pérdida de un tercio o la mitad de la estructura radicular en pacientes que han recibido lo que parece ser un mero tratamiento ortodóncico de rutina (fig. 8-29). También en este caso es importante diferenciar dos formas de reabsorción grave.

Reabsorción generalizada grave

Afortunadamente, que se produzca la reabsorción radicular grave de todos los dientes es un hecho muy poco frecuente. Algunos individuos son propensos a la reabsorción radicular, incluso sin tratamiento ortodóncico; se ha observado con frecuencia una reabsorción generalizada grave en individuos que nunca habían recibido tratamiento ortodóncico. Si se evidencian signos de reabsorción radicular antes de comenzar el tratamiento

ortodóncico, el paciente está expuesto a un riesgo considerable de reabsorción adicional durante el mismo, mucho más que un paciente sin signos de reabsorción previa. Aunque se ha sugerido que estos pacientes podrían sufrir desequilibrios hormonales y otras alteraciones metabólicas, son pocas las pruebas que respaldan estas teorías. En la década de los cuarenta se publicó que una deficiencia de hormona tiroidea podría dar lugar a una reabsorción radicular generalizada, y en ocasiones se ha recomendado administrar suplementos tiroideos a los pacientes ortodóncicos como medida preventiva, pese a que la mayoría de los pacientes con reabsorción generalizada no presentan problemas endocrinos.

En estos momentos hay que aceptar que se ignora por completo la etiología de la reabsorción generalizada grave. El tratamiento ortodóncico no es el principal factor etiológico. Se ha sugerido en diversos trabajos que es posible prever una reabsorción superior a la media cuando los dientes tienen raíces cónicas con ápices puntiagudos, una morfología dental distorsionada (dilaceración) o un antecedente de traumatismo (haya necesitado tratamiento endodóncico o no). Sin embargo, es preferible considerar estas características como indicadores de una reabsorción moderada y algo más extensa, no como factores de riesgo de reabsorción grave.

Reabsorción localizada grave

A diferencia de la generalizada, la reabsorción localizada grave (es decir, la reabsorción significativa de algunos dientes) se debe al tratamiento ortodóncico. Se sabe desde hace años que el empleo de una fuerza excesiva durante el tratamiento ortodóncico aumenta el riesgo de reabsorción radicular, sobre todo si se aplican fuerzas intensas y continuadas. La duración prolongada del tratamiento ortodóncico también incrementa el grado de reabsorción.

Cada vez es más evidente que algunas personas son más propensas a la reabsorción radicular. Parece razonable pensar que esas diferencias individuales tan marcadas se deban a factores genéticos, aunque todavía no disponemos de ninguna manera de utilizar pruebas genéticas para evaluar el riesgo de reabsorción.³⁵ Quizás la mejor manera de identificar a aquellos con más probabilidades de experimentar una reabsorción inusualmente extensa sea obteniendo una radiografía panorámica 6-9 meses después de iniciar el tratamiento y evaluar el grado de reabsorción en ese momento. Es probable que aquellos pacientes que muestren una reabsorción significativa en la fase de tratamiento inicial sufran una reabsorción mucho mayor al término de dicho tratamiento.³⁶

TABLA 8-4

Cambio medio en la longitud de la raíz

	SUPERIOR		INFERIOR	
	Extr. seriada	Extr. tardía	Extr. seriada	Extr. tardía
Incisivo central	-1,5	-2	-1	-1,5
Incisivo lateral	-2	-2,5	-1	-1
Canino	-1	-1,5	-0,5	-1
Segundo premolar	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5
Primer molar (mesial)	-0,5	-1	-0,5	-1,5

Datos tomados de Kennedy DB, Joondeph DR, Osterburg SK, et al. Am J Orthod 84:183, 1983.
Extr., extracción.

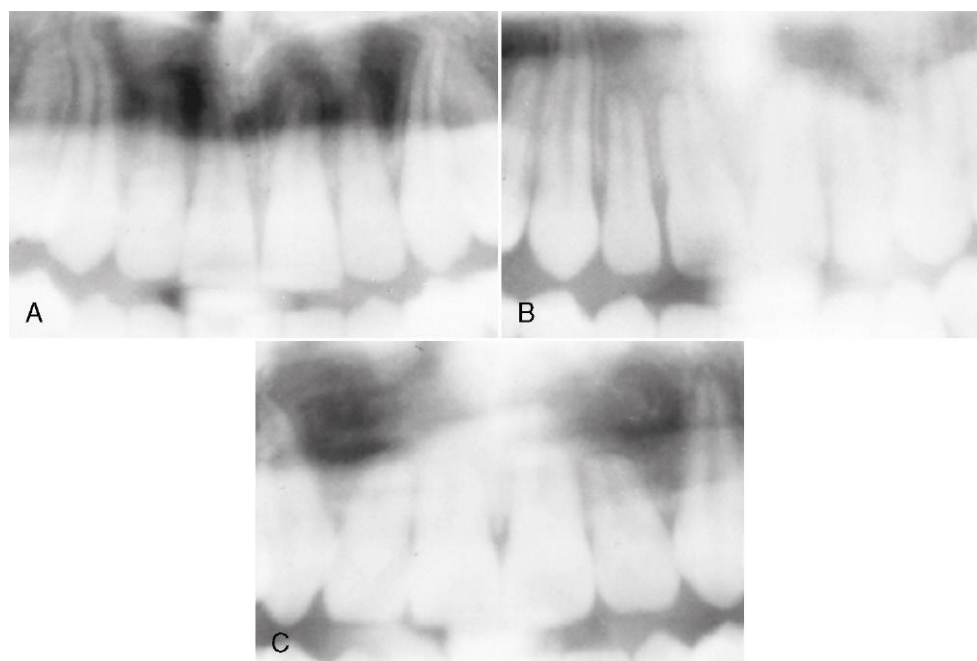


FIGURA 8-29 La reabsorción radicular que acompaña al tratamiento ortodóncico puede clasificarse en tres categorías, como se puede ver en estos incisivos centrales y laterales superiores. **A.** Categoría 1, ligero emborronamiento de los ápices. **B.** Categoría 2, reabsorción moderada, hasta la cuarta parte de la longitud de la raíz. **C.** Categoría 3, reabsorción intensa, superior a la cuarta parte de la longitud de la raíz. Consúltese la tabla 8-5 para conocer los datos de prevalencia de estos niveles de reabsorción. (Tomado de Kaley JD, Phillips C. Angle Orthod 61:125-131, 1991.)

TABLA 8-5

Porcentaje de pacientes con reabsorción radicular por grados de reabsorción (200 pacientes consecutivos sometidos a tratamiento completo)

Diente	CATEGORÍA DE REABSORCIÓN*			
	0	1	2	3
Superior				
Incisivo central	8	45	44	3
Incisivo lateral	14	47	37	3
Segundo premolar	51	45	4	0,5
Inferior				
Incisivo central	16	63	20	0,5
Segundo premolar	55	38	6	0,5

*Los valores son en cada caso para el diente derecho (no se apreciaron diferencias significativas entre izquierda y derecha): 0 = ausencia de reabsorción apical; 1 = ligero emborronamiento del ápice radicular; 2 = reabsorción moderada, hasta una cuarta parte de la longitud de la raíz; 3 = reabsorción intensa, más de una cuarta parte de la longitud de la raíz (v. fig. 8-29).

Datos tomados de Kaley JD, Phillips C. Angle Orthod 61:125-131, 1991.

El riesgo de reabsorción localizada grave es mucho mayor en los incisivos superiores (el 3% de afectados, frente a menos del 1% en todos los demás dientes) (tabla 8-5). Kaley y Phillips observaron que el riesgo de reabsorción grave de los incisivos superiores se multiplicaba por 20 si se forzaban sus

raíces contra la placa cortical lingual durante el tratamiento (tabla 8-6).³⁷ Ello puede ocurrir durante el tratamiento de camuflaje de los problemas esqueléticos, al someter a torque o torsión (p. ej., en los pacientes de clase II) o inclinar (p. ej., en el tratamiento de clase III) los incisivos superiores contra la placa cortical lingual. El contacto con las placas corticales también permite explicar otros patrones de reabsorción de las raíces de los molares inferiores cuando se requiere un torque o torsión de la raíz vestibular para intentar aumentar el anclaje para los elásticos de clase II.

Efectos del tratamiento sobre la altura del hueso alveolar

En el ápice radicular, si el equilibrio entre la aposición y la reabsorción de la superficie radicular se inclina demasiado hacia la reabsorción, puede producirse un acortamiento irreversible de la raíz. Parece lógico pensar que esto podría suceder igualmente en el borde óseo alveolar, y que otro efecto del tratamiento ortodóncico podría ser la pérdida de altura del hueso alveolar. Dado que la presencia de aparatos ortodóncicos incrementa el grado de inflamación gingival, incluso con una buena higiene, este posible efecto secundario del tratamiento podría parecer aún más frecuente.

Por fortuna, no es frecuente observar una pérdida excesiva de altura en el hueso alveolar como complicación del tratamiento ortodóncico. En una muestra importante de pacientes, la pérdida de altura del borde alveolar fue inferior a 0,5 mm por término medio y casi nunca fue superior a 1 mm, al observarse los mayores cambios en los lugares donde se habían practicado extracciones.³⁸ También se vieron efectos mínimos

TABLA 8-6

Factores de riesgo de reabsorción radicular grave en los incisivos superiores

Factor	Probabilidad	Índice de posibilidades
Aproximación de la placa lingual	0,001	20
Cirugía del maxilar	0,002	8
Torsión	0,01	4,5
Extracción	0,01	0,5
Cirugía de la mandíbula	0,05	3,6

Datos tomados de Kaley JD, Phillips C. Angle Orthod 61:125-131, 1991.

NOTA: La aproximación de la placa lingual podría explicar los restantes factores de riesgo.

sobre los niveles del hueso alveolar en pacientes ortodóncicos seguidos a largo plazo. La causa radica en que la posición de los dientes determina la posición del hueso alveolar. Cuando los dientes erupcionan o son movilizados, arrastran con ellos el hueso alveolar. La única excepción es el movimiento dental en presencia de trastorno periodontal activo, e incluso los adultos que han sufrido pérdida ósea por un trastorno periodontal pueden recibir tratamiento ortodóncico con una buena respuesta ósea, siempre que se llegue a controlar bien la enfermedad periodontal.

La relación entre la posición de un diente y la altura del hueso alveolar se puede apreciar con más claridad cuando los dientes erupcionan demasiado o muy poco. En ausencia de factores patológicos, un diente que erupciona demasiado no emerge gradualmente del hueso. Un diente supraerupcionado arrastra hueso alveolar consigo, a menudo a distancias considerables. A menos que un diente erupcione en una zona del arco dental, no se formará allí hueso alveolar. En caso de ausencia congénita o extracción prematura de un diente, se producirá un defecto permanente en el hueso alveolar, a no ser que se desplace a la zona otro diente con relativa rapidez. Este es un argumento contra las extracciones prematuras, por ejemplo, la enucleación de un premolar sin erupcionar. La extracción prematura de dientes implica el riesgo de crear un defecto en el hueso alveolar que no podrá solucionarse mediante tratamiento ortodóncico posterior.

Dado que un diente en erupción arrastra consigo hueso alveolar, es posible aprovechar el movimiento dental ortodóncico para generar el hueso alveolar necesario para soportar un implante que sustituya la ausencia congénita de un diente. Por ejemplo, si falta un incisivo lateral superior y se prevé su reposición protésica, se puede desviar la erupción del canino permanente en dirección mesial, hacia la zona del incisivo lateral ausente, y después retrotraerlo hacia su posición correcta al final del período de crecimiento. Esta maniobra estimula la formación de hueso alveolar en la región incisiva lateral, que de otro modo no se habría formado.³⁹

Con la extrusión ortodóncica se observan los mismos efectos sobre la altura del hueso alveolar que con la erupción; siempre que el tratamiento ortodóncico se lleve a cabo con niveles de fuerza

razonables y a una velocidad de movimiento dental adecuada, el diente arrastrado al arco dental mediante fuerzas ortodóncicas de extrusión llevará consigo hueso alveolar. La altura de la inserción ósea a lo largo de la raíz será aproximadamente la misma al comienzo y al final del movimiento. En determinadas circunstancias, es posible inducir la formación de tejido óseo en la zona en la que hay que colocar un implante, extruyendo la raíz de un diente dañado sin remedio, de manera que se forme nuevo tejido duro y blando en la zona. Si se procede a la intrusión de un diente, el borde alveolar tiende a perder altura ósea, de forma que queda enterrado en el hueso el mismo porcentaje de raíz que al comienzo, aunque la intrusión se efectúe a una distancia considerable.

Esta tendencia del hueso alveolar a mantener la misma altura a lo largo de la raíz es un factor positivo del tratamiento en la mayoría de los casos. En ocasiones, sería deseable modificar la cantidad de diente incluida en el hueso. Por ejemplo, se podría mejorar la sujeción ósea alrededor de los dientes con problemas periodontales, procediendo a la intrusión de los dientes y obligando a las raíces a profundizar en el hueso, siempre que el hueso alveolar no siguiese al diente sometido a intrusión. Existen trabajos que confirman las ventajas terapéuticas de la intrusión de dientes con problemas periodontales,⁴⁰ pero la menor alveolización se debe al crecimiento de un largo epitelio de unión, y no a la reinserción del LPD ni a que exista un soporte óseo más extenso. En ocasiones, es deseable elongar la raíz de un diente fracturado para poder utilizarlo como contrafuerte protésico sin la cirugía de elongación de las coronas. Si se emplean fuerzas muy intensas para la extrusión rápida de un diente, se puede producir una relativa pérdida de fijación, pero esta extrusión deliberadamente antifisiológica es cuando menos traumática y en el peor de los casos puede dar lugar a anquilosis y/o reabsorción. Es preferible la extrusión o intrusión fisiológica que arrastra hueso alveolar junto con el diente, seguida de la remodelación gingival y ósea.

EFFECTOS ESQUELÉTICOS DE LAS FUERZAS ORTODÓNCICAS: MODIFICACIÓN DEL CRECIMIENTO

Principios de la modificación del crecimiento

La aplicación de fuerzas ortodóncicas sobre los dientes tiene la capacidad de irradiarse hacia el exterior y afectar a regiones óseas distantes. Actualmente, es posible aplicar fuerzas en implantes o tornillos sobre los maxilares para influir sobre su crecimiento. La movilización ortodóncica de los dientes puede corregir las maloclusiones dentales; si los efectos a distancia pudieran cambiar el patrón de crecimiento maxilar, también existiría la posibilidad de corregir las maloclusiones esqueléticas.

En los capítulos 2-4 se recogen los actuales conocimientos sobre la forma y la causa del crecimiento de los maxilares. En pocas palabras, el maxilar crece por aposición de nuevo tejido óseo en sus suturas posteriores y superiores, como respuesta al empuje anterior de la base craneal en crecimiento y al empuje anteroinferior de los tejidos blandos adyacentes en crecimiento. Parece ser que el estímulo para la formación de nuevo tejido óseo es la tensión que soportan las suturas al desplazarse el maxilar

con respecto a sus estructuras de sujeción. De forma algo parecida, la mandíbula recibe el empuje anteroinferior de los tejidos blandos que la rodean. En respuesta a ello, el proceso condilar crece hacia arriba y hacia atrás para mantener la ATM. Si esto es cierto, parece perfectamente razonable que las presiones que se oponen al movimiento anteroinferior de ambos maxilares limiten su crecimiento y que las que se sumen a las fuerzas que les impulsan hacia delante y hacia abajo lo incrementen.

Durante el siglo pasado, se aceptó, se rechazó y se volvió a aceptar la posibilidad de modificar el crecimiento maxilar y facial de este modo. Aunque sigue siendo motivo de controversia la cuantía de los cambios esqueléticos que pueden conseguirse mediante el tratamiento, en los últimos años se ha podido confirmar la eficacia clínica de los métodos dirigidos a modificar el crecimiento. En el capítulo 12 se analizan las posibilidades de la modificación del crecimiento y las características de los pacientes que son buenos candidatos para ello. En el presente capítulo analizaremos la forma en que se producen estos efectos sobre el crecimiento.

Efectos de las fuerzas ortodóncicas sobre el maxilar y el tercio medio facial

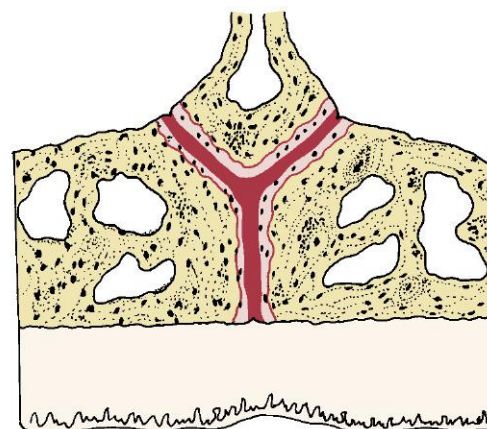
Muy acertadamente, se considera que la manipulación y el control de la erupción dental constituyen un aspecto del movimiento ortodóncico de los dientes, por lo cual se ha revisado con mayor detalle en la sección anterior. El siguiente apartado se centra en los cambios que experimentan los maxilares, no las estructuras dentoalveolares, pero es importante tener siempre presente que en el tratamiento no es tan sencillo disociar los efectos dentoalveolares y esqueléticos.

Restricción del crecimiento del maxilar

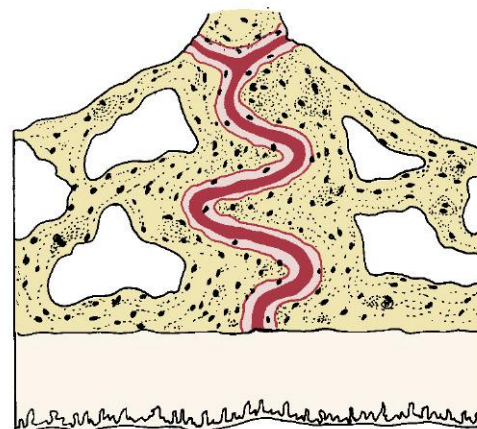
Los puntos importantes de crecimiento del maxilar (además de los procesos dentoalveolares), aquellos en los que se podría alterar la expresión del crecimiento, son las suturas que unen el maxilar con el cigoma, las placas pterigoideas y la región frontonasal, así como la sutura que divide el paladar por la mitad. Estas suturas son parecidas en algunos aspectos al LPD, pero sin una estructura tan compleja ni tanta densidad colagenosa (fig. 8-30). Para modificar el crecimiento maxilar excesivo, el tratamiento deberá basarse en aplicar una fuerza que se oponga a las fuerzas naturales que separan las suturas, limitando la separación que pudiera producirse (fig. 8-31). Para modificar el crecimiento

insuficiente, habría que sumar una fuerza adicional a las fuerzas naturales, aumentando la separación que se pudiera producir e incrementando el crecimiento.

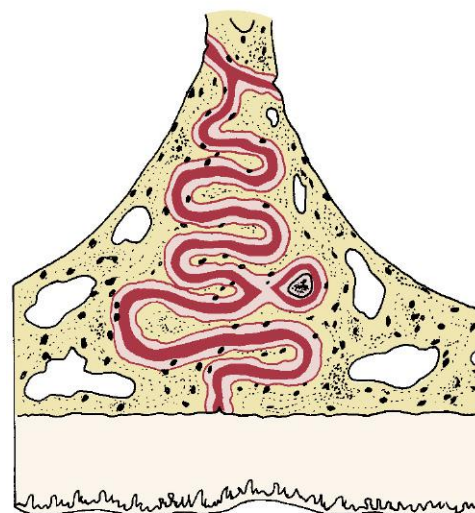
Resulta difícil medir la compresión o la tensión que sufren las suturas, y no hay forma de saber lo que se necesita en teoría para alterar el crecimiento. La experiencia clínica sugiere que la



A



B



C

FIGURA 8-30 Al igual que las restantes suturas del esqueleto facial, la sutura palatina media se hace cada vez más tortuosa e interdigitada con la edad. Estos esquemas muestran el aspecto histológico característico de la sutura palatina media (A) durante la lactancia, cuando la sutura es casi rectilínea; (B) infancia (dentición mixta precoz), y (C) comienzo de la adolescencia. Durante la infancia es posible expandir las suturas casi con cualquier tipo de aparato de expansión (p. ej., un arco lingual). Al comienzo de la adolescencia, la interdigitación de las espículas de la sutura ha alcanzado un punto en el que se necesita un gato de tornillo con una fuerza considerable para crear microfracturas antes de poder abrir la sutura. Cuando aparecen pequeñas zonas de puentes óseos a través de la sutura, por lo general al finalizar la adolescencia, es imposible expandir el esqueleto maxilar. (Reproducido a partir de Melsen B. *Am J Orthod* 66:42-54, 1975.)

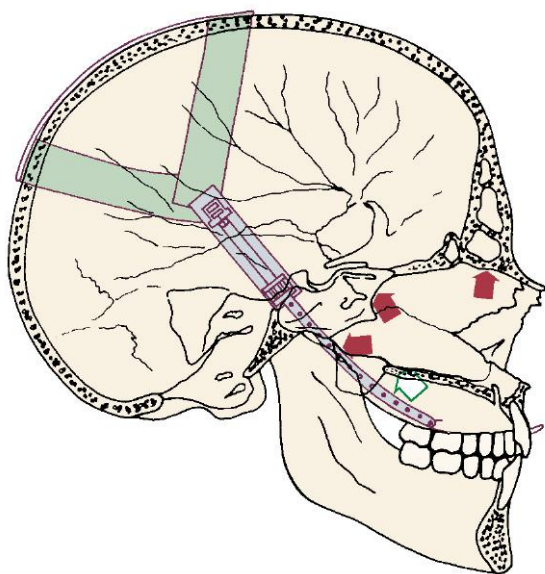


FIGURA 8-31 Las fuerzas extraorales aplicadas sobre los dientes superiores se irradian a las suturas del maxilar, donde pueden alterar el patrón de crecimiento maxilar.

aplicación de fuerzas moderadas sobre los dientes superiores puede impedir el crecimiento anterior del maxilar, pero se necesitan fuerzas de mayor intensidad para separar las suturas y estimular el crecimiento. Cuando se aplica una fuerza a los dientes, las suturas solo reciben una pequeña parte de la presión que actúa sobre el LPD, ya que las primeras tienen una superficie mucho mayor. Por este motivo, incluso las moderadas fuerzas que se recomiendan para restringir el crecimiento anterior del maxilar tienden a ser de mayor magnitud que las recomendadas únicamente para el movimiento dental. Por ejemplo, una fuerza de 250 g por lado (500 g en total) es probablemente el mínimo para impedir el desplazamiento anterior del maxilar, y es frecuente aplicar esta fuerza o una superior solo sobre los primeros molares a través de un arco facial.

El efecto de esta mayor fuerza sobre la dentición es motivo justificado de preocupación. Durante el tratamiento de modificación del crecimiento, no es deseable el movimiento dental; lo que se pretende es corregir la discrepancia maxilar y no mover los dientes para camuflarla. Como ya hemos señalado en la primera parte de este capítulo, una fuerza intensa y continuada puede dañar las raíces dentales y el periodonto. Las fuerzas intensas e intermitentes tienen menos probabilidades de producir lesiones; además, las fuerzas intermitentes inducen menos movimiento dental, debido probablemente a que el estímulo para la reabsorción basal se difumina durante los periodos en los que se retira la fuerza intensa. Podemos deducir lógicamente que para limitar los daños dentales conviene evitar la aplicación de fuerzas intensas y constantes sobre el maxilar.

Dado que la movilización de los dientes es un efecto indeseable, convendría que la aplicación intermitente de fuerzas intensas produjese un mayor efecto esquelético que dental. Se pensó por un tiempo que se podía lograr casi el mismo efecto esquelético llevando un casquete 12, 16 o 24 h, pero lo cierto es que se producía más movimiento dental llevándolo durante las 24 h. Esto sería otro argumento a favor de la utilización intermitente del

casquete. Sin embargo, existen muy pocos datos que respalden esta hipótesis, y no se puede confiar en que el empleo intermitente del casquete produzca diferencias entre el movimiento dental y los cambios esqueléticos.

En la movilización dental existe un umbral definido para la duración de las fuerzas: no se producirá nada de remodelación ósea salvo que apliquemos una fuerza sobre un diente durante al menos 6 h diarias. Se ignora si se aplica a las suturas un umbral de duración parecido, pero la experiencia clínica sugiere que podría ser así. Se puede consultar el trabajo reciente de Roberts²³ en el que se revisan las influencias sobre el crecimiento óseo y la remodelación.

Hasta hace poco tiempo, no se consideraba importante el momento del día en el que se aplicaba la fuerza. En función de los resultados obtenidos en animales experimentales y en seres humanos, parece claro que el crecimiento a corto plazo se caracteriza por fluctuaciones en la velocidad de crecimiento, incluso a lo largo de un mismo día. Se sabe desde hace algún tiempo que, en los niños en desarrollo, la hormona del crecimiento se libera fundamentalmente a última hora de la tarde, por lo que no debe sorprendernos que la adición de nuevo tejido óseo a las placas epifisarias de los huesos largos se produzca fundamentalmente (quizá totalmente) durante la noche.⁴¹ Se ignora si el crecimiento facial sigue el mismo patrón, pero es muy posible que sí. Sin embargo, la liberación de la hormona del crecimiento comienza a media tarde, y probablemente convenga insistir en que el paciente empiece a utilizar el casquete o un aparato funcional inmediatamente después de la merienda, en vez de esperar a la hora de acostarse.

De acuerdo con estas consideraciones, en la actualidad se considera óptima la siguiente «prescripción de fuerzas» para restringir el crecimiento del maxilar mediante un casquete en pacientes con problemas de clase II:

- Fuerzas de 500-1.000 g en total (la mitad para cada lado).
- Dirección de las fuerzas ligeramente por encima del plano oclusal (a través del centro de resistencia de los molares, si las fuerzas se aplican sobre los mismos por medio de un arco facial).
- Duración de las fuerzas al menos 12 h diarias, todos los días, insistiendo en la necesidad de utilizarlo desde media tarde (justo después de merendar) hasta la mañana siguiente.
- Duración característica del tratamiento entre 12 y 18 meses, dependiendo de la rapidez del crecimiento y de la cooperación del paciente (fig. 8-32).

Aumento del crecimiento maxilar

Aunque la mascarilla facial produce pequeños cambios (casquete inverso), la estimulación del crecimiento anterior del maxilar mediante la aplicación de una tensión sobre las suturas no ha dado tan buenos resultados clínicos como la restricción del crecimiento. Las dificultades para estimular el crecimiento anterior de todo el maxilar reflejan probablemente nuestra incapacidad para producir una fuerza suficiente que separe las suturas posteriores y superiores en niños mayores, pero eso no es todo. Otra parte del problema radica en el grado de interdigitación de las espículas óseas a través de las líneas de sutura (v. fig. 8-30).⁴² En la medida en que las suturas se van interdigitando más con la edad, cada vez es más difícil separarlas. En un adolescente es posible aplicar suficiente fuerza a través

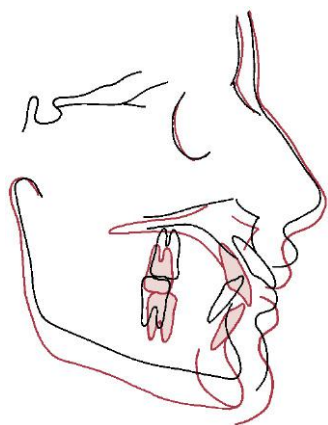


FIGURA 8-32 Superposición cefalométrica en la que se aprecia la modificación producida en el crecimiento por la aplicación de una fuerza extraoral sobre el maxilar. Se puede observar que el maxilar se ha movido hacia abajo y hacia atrás mientras el niño crecía, y no en la dirección anteroinferior seguida por la mandíbula.

del paladar con un tornillo de expansión para abrir una sutura mesopalatina moderadamente interdigitada, pero la fuerza extraoral producida por una máscara facial no puede generar tanta fuerza sobre el extenso sistema de suturas situado por encima y por debajo del maxilar, una vez que se ha alcanzado un grado de interdigitación moderado.

La movilización dental no es deseable cuando lo que se pretende es modificar el crecimiento de alguna forma, pero es muy problemática cuando se intenta desplazar anteriormente el maxilar. Una solución a este problema podría ser aplicar la fuerza a un anclaje óseo en el maxilar. Otra posibilidad consiste en usar elásticos de clase III unidos a placas óseas en los maxilares superior e inferior (una técnica que se explica detalladamente en el capítulo 13).⁴³ El anclaje esquelético elimina por completo el movimiento dental no deseado, pero esto no debería entenderse como que no habría restricciones en la cantidad de cambios esqueléticos posibles. Después de todo, el crecimiento anterior parece estar muy controlado por la matriz de tejido blando en la que está embebido el maxilar. La experiencia clínica hasta la fecha sugiere que, sin intervención quirúrgica, no parece que vaya a producirse un desplazamiento anterior del maxilar de más de 4-5 mm.

Efectos de las fuerzas ortodóncicas sobre la mandíbula

Si la mandíbula, como sucede con el maxilar, crece fundamentalmente como respuesta al crecimiento de los tejidos blandos circundantes, debería ser posible alterar su crecimiento de forma muy parecida a como se hace con este último mediante retrusión posterior o tracción anterior. Esto es así hasta cierto punto, aunque el anclaje de la mandíbula al resto del esqueleto facial a través de la ATM es muy diferente al sistema de suturas del maxilar. No debe sorprendernos que la respuesta de la mandíbula a las fuerzas transmitidas a la ATM también sea bastante diferente.

Restricción del crecimiento mandibular

Como hemos comentado en el capítulo 7, las tentativas para restringir el crecimiento mandibular mediante la aplicación

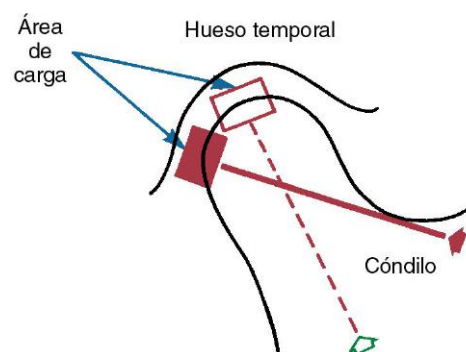


FIGURA 8-33 Las fuerzas extraorales dirigidas hacia el cóndilo mandibular tienden a actuar solo sobre una pequeña parte de la superficie redondeada; esta es una explicación de la relativa ineficacia de este tipo de modificación del crecimiento.

de una fuerza compresiva sobre el cóndilo mandibular nunca han dado resultados muy satisfactorios. Los experimentos con monos, en los que se pueden emplear fuerzas bastante intensas y prolongadas, sugieren que las fuerzas restrictivas pueden detener el crecimiento mandibular y provocar una remodelación de la fosa temporal.⁴⁴ La movilización dental no representa un problema importante, ya que las fuerzas se aplican sobre el mentón y no sobre los dientes inferiores. Las dificultades para utilizar este método en los niños pueden derivarse de sus deseos de cooperar, teniendo en cuenta la duración y la magnitud de las fuerzas necesarias (que, a menudo, son inadecuadas y tienden a ser dolorosas).

La duración de la fuerza aplicada con la mentonera (horas/día) puede representar una diferencia importante entre los niños y los animales de experimentación. En estos últimos, en los que se ha podido comprobar que la aplicación de una fuerza sobre el mentón impide el crecimiento mandibular, las fuerzas actúan prácticamente de forma constante. El efecto de la anquilosis funcional en los niños (v. capítulo 5) demuestra que el crecimiento queda inhibido cuando se interfiere constantemente en la traslación de los cóndilos fuera de la fosa glenoidea, en ausencia de una fuerza contra el mentón. El animal no tiene más remedio que llevar el dispositivo de restricción en todo momento (y tolerar niveles de fuerzas muy elevados). Los niños llevan el aparato modificador del crecimiento durante algunas horas cada día, pero es poco probable que lo lleven constantemente, aunque prometiesen hacerlo. El casquete sobre el maxilar funciona bien con 12-14 h de uso diario, o incluso menos, pero el caso de la mandíbula puede ser diferente. Es posible (aunque no podemos estar seguros) que para restringir el crecimiento mandibular sea necesario evitar la traslación de una forma constante o casi constante. Por primera vez en los seres humanos se ha observado una remodelación de la ATM (de manera que el maxilar inferior retrocede) en niños que utilizan elásticos de clase III unidos a anclajes óseos prácticamente a tiempo completo.⁴³ Esto parece indicar que la duración de la fuerza es más importante que la magnitud de la misma; lo mismo que sucede con el movimiento dental y otros efectos del tratamiento ortodóncico.

Otro problema aparente que conlleva el uso de una mentonera para restringir el crecimiento mandibular radica en la dificultad de cargar toda la parte superior del cóndilo; es probable que la línea de fuerza quede por debajo de la posición teóricamente ideal (fig. 8-33). Por este motivo, es probable que

una mentonera haga girar el maxilar inferior hacia abajo y restrinja el crecimiento anterior del mentón fundamentalmente por este mecanismo. Los aparatos funcionales de clase III producen exactamente el mismo tipo de rotación posteroinferior. Por supuesto, el problema radica en que un paciente que tiene una altura facial excesiva y prognatismo mandibular no es un buen candidato para este tipo de tratamiento, y dos tercios de los pacientes con prognatismo de origen europeo son también dolicofaciales.

Podemos decir que el control del crecimiento mandibular excesivo es un importante problema sin resolver en la ortodoncia actual. En estos momentos, no podemos restringir el crecimiento mandibular con unos resultados ni remotamente parecidos a los que se obtienen con tratamientos similares en el maxilar.

Aumento del crecimiento mandibular

Por otra parte, el cóndilo experimenta una traslación anterior, alejándose del hueso temporal durante la función normal, y se puede traccionar de la mandíbula colocándola y manteniéndola en una posición de protrusión durante períodos prolongados con fuerzas moderadas y perfectamente tolerables. Si la teoría actual es correcta, esta medida debería estimular el crecimiento. Durante muchos años, no han cesado las controversias al respecto. Si definimos la estimulación del crecimiento como una aceleración del mismo, de forma que la mandíbula crece más rápido mientras está protruida, se puede demostrar que muchos pacientes (aunque no todos) experimentan una estimulación del crecimiento (v. fig. 7-13). Si definimos la estimulación como la obtención, al finalizar el período de crecimiento, de una mandíbula con un tamaño mayor al que habría alcanzado sin el tratamiento, es mucho más difícil demostrar un efecto positivo. Muchos informes han encontrado que el tamaño final de la mandíbula es muy similar en pacientes tratados y no tratados.

Es posible que la forma exacta en que se mantiene adelantada la mandíbula fuera de la fosa tenga importancia a la hora de determinar la respuesta. Existen dos mecanismos para conseguir la protrusión. Uno de ellos es pasivo, es decir, la mandíbula se mantiene adelantada mediante un aparato ortodóncico. El otro es activo, esto es, el paciente responde al aparato empleando sus propios músculos (sobre todo el pterigoideo externo) para mantener la mandíbula adelantada. Se pensaba que la estimulación (activación) de los músculos era muy importante desde que se inició el tratamiento con aparatos funcionales, de ahí el nombre genérico de *funcional* y el más específico de *activador*.

Hasta cierto punto, el adelantamiento de la mandíbula activa la musculatura mandibular, tanto de los elevadores como de los músculos menos potentes que intervienen en la protrusión. Algunos especialistas sostienen que es importante tomar la mordida constructiva para un aparato funcional adelantando la mandíbula solo unos milímetros, ya que de este modo se consigue la máxima activación muscular. Si se adelanta la mandíbula una distancia considerable, 1 cm o más, los músculos tienden a quedar eléctricamente silenciados en vez de activados. Sin embargo, los aparatos fabricados a partir de mordidas constructivas tan exageradas pueden tener bastante eficacia clínica y pueden ser tan eficaces para modificar el crecimiento mandibular (y maxilar) como los fabricados con avances más reducidos. En resumen, no es necesaria la activación muscular para conseguir modificar el

crecimiento. Lo que cabe preguntarse es si la activación muscular mejora la eficacia de estos aparatos, no si es necesaria para su funcionamiento.

Cuando se protruye (o se retrae) la mandíbula, pueden producirse cambios en la ATM, tanto en el lado temporal como en el mandibular. En ocasiones, la elongación de la mandíbula tiene un efecto muy inferior al esperado sobre una maloclusión de clase II esquelética, debido a que la fosa articular se remodela posteriormente al tiempo que la mandíbula se alarga (v. fig. 4-9), y en ocasiones el desplazamiento anterior de la articulación contribuye notablemente a la corrección del problema de clase II. Sin embargo, no hay datos que sugieran que el adelantamiento de la zona de la ATM sea un factor importante en la respuesta clínica habitual a los aparatos funcionales.

Para mantener la mandíbula adelantada de forma pasiva, es necesaria una fuerza de varios cientos de gramos. Si la musculatura se relaja, la fuerza de reacción se distribuye por el maxilar y por los dientes superiores e inferiores en la medida en que el aparato haga contacto con ellos. La restricción del crecimiento anterior del maxilar que se produce durante el tratamiento con aparatos funcionales es otra muestra de que no deben aplicarse fuerzas demasiado intensas que afecten al maxilar. Por otra parte, los casquetes suelen producir más efecto sobre el maxilar que los aparatos funcionales. Ello implica que las fuerzas reactivas que se derivan del avance mandibular están por debajo del nivel óptimo para alterar el crecimiento del maxilar. Cuando un aparato funcional está en contacto con los dientes (como sucede con la mayoría de ellos), se genera un sistema de fuerzas idéntico al de los elásticos de clase II, que desplaza los dientes superiores hacia atrás y los inferiores hacia delante. Para potenciar los efectos esqueléticos y limitar los dentales, conviene mantener las fuerzas reactivas alejadas de los dientes en la medida de lo posible.

Desde esta perspectiva, el hecho de que el paciente utilice activamente su musculatura para adelantar la mandíbula o la haga descansar pasivamente en el aparato puede influir o no en el crecimiento mandibular, pero sí lo hace en el movimiento dental y puede determinar los efectos sobre el maxilar. La diferencia entre protrusión activa y pasiva se aprecia muy claramente cuando se emplea el aparato de Herbst (v. fig. 10-7), un aparato funcional fijo. Con este aparato, el cóndilo está desplazado anteriormente en todo momento, pero la intensidad de la fuerza que actúa sobre los dientes está controlada en gran medida por el propio paciente; este puede utilizar sus músculos para mantener la mandíbula adelantada, actuando el aparato de Herbst solo como estímulo para que lo haga, o bien el aparato puede mantener la mandíbula adelantada pasivamente, sin ninguna contribución muscular. Si los músculos mantienen la mandíbula adelantada, los dientes apenas sufren alguna fuerza reactiva y se desplazan muy poco; si la recolocación mandibular es totalmente pasiva, la fuerza que actúa sobre los dientes puede desplazarlos suficientemente.

En los trazados cefalométricos de los pacientes tratados con aparato funcional, pueden observarse todos los resultados posibles. El aparato de Herbst es, en potencia, el más eficaz de los aparatos funcionales para alterar el crecimiento mandibular, debido probablemente a que actúa en todo momento. Pero también son bastante impredecibles los cambios esqueléticos y dentales que puede producir (fig. 8-34). La cooperación en términos de adelantamiento activo o pasivo de la mandíbula

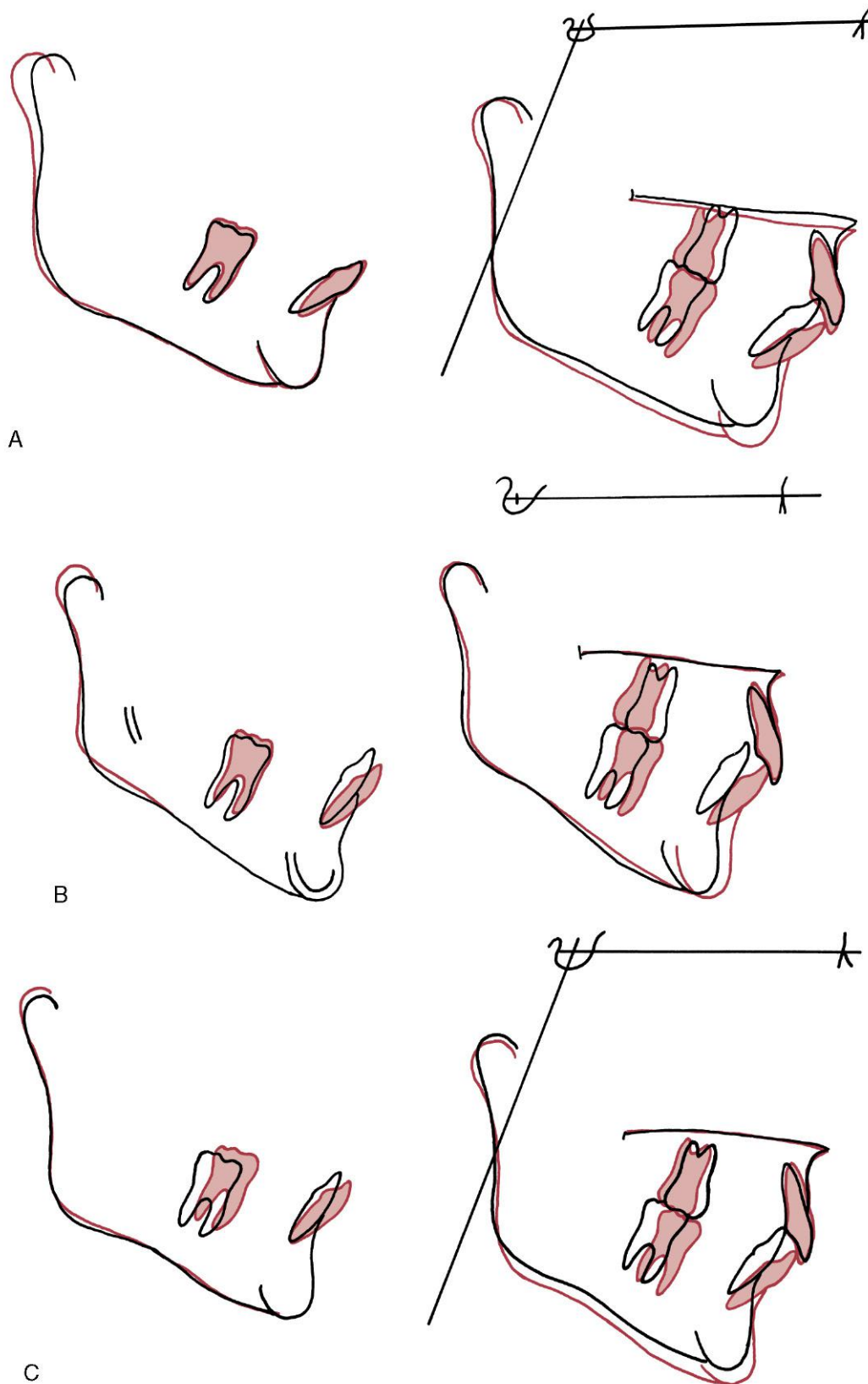


FIGURA 8-34 El tratamiento con aparatos funcionales puede dar lugar a cualquier combinación de crecimiento mandibular diferenciado del crecimiento del maxilar y de la base del cráneo (efecto esquelético) y a un desplazamiento de los dientes inferiores y superiores (efecto dental). En estos trazados de la respuesta al tratamiento con un aparato de Herbst, puede observarse la respuesta casi totalmente esquelética de (A), la combinación de cambios esqueléticos y dentales de (B), y la respuesta casi totalmente dental de (C). Aunque los cambios de (B) son característicos, conviene tener presente que también se pueden producir respuestas como (A) y (C). (Reproducido a partir de Pancherz H. Am J Orthod 82:104-113, 1982.)

probablemente explica gran parte de la variabilidad en los resultados. El aparato de Frankel (v. fig. 10-8), que se apoya fundamentalmente en los tejidos blandos y no en los dientes, debería ser (y es probable que lo sea) el aparato funcional que menos desplaza los dientes, pero incluso con él puede observarse un efecto de elásticos de clase II.

En el capítulo 13 se revisan con detalle los diferentes tipos de aparatos funcionales y su uso clínico, así como otros aparatos que modifican el crecimiento.

Bibliografía

- Bumann A, Carvalho RS, Schwarzer CL, et al. Collagen synthesis from human PDL cells following orthodontic tooth movement. *Eur J Orthod* 19:29-37, 1997.
- Basdra EK, Komposch G. Osteoblast-like properties of human periodontal ligament cells: An in vitro analysis. *Eur J Orthod* 19:615-621, 1997.
- Yokoya K, Sasaki T, Shibasaki Y. Distributional changes of osteoclasts and pre-osteoclastic cells in periodontal tissues during experimental tooth movement. *J Dent Res* 76:580-587, 1997.
- Thilander B. Tissue reactions in orthodontics. In: Graber LW, Vanarsdall R, Vig KWL, eds. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 5th ed. St. Louis: Elsevier; 2011.
- Pilla AA. Low-intensity electromagnetic and mechanical modulation of bone growth and repair: are they equivalent? *J Orthop Sci* 7:420-428, 2002.
- Shapiro E. Orthodontic movement using pulsating force-induced piezoelectricity. *Am J Orthod* 73:59-66, 1979.
- Darendeliler MA, Zea A, Shen G, et al. Effects of pulsed electromagnetic field vibration on tooth movement induced by magnetic and mechanical forces: a preliminary study. *Australian Dent J* 52:282-287, 2007.
- Krishnan V, Davidovitch Z. On a path to unfolding the biologic mechanisms of orthodontic tooth movement. *J Dent Res* 88:597-608, 2009.
- Khouw FE, Goldhaber P. Changes in vasculature of the periodontium associated with tooth movement in the rhesus monkey and dog. *Arch Oral Biol* 15:1125-1132, 1970.
- Kang YG, Nam JH, Kim KH, et al. FAK pathway regulates PGE₂ production in compressed periodontal ligament cells. *J Dent Res* 89:1444-1449, 2010.
- Yamaguchi M. RANK/RANKL/OPG during orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res* 12:113-119, 2009.
- Nifforoushan D, Manolson MF. Expression of nitric oxide synthases in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 79:502-508, 2009.
- Roberts WE. Bone physiology, metabolism, and biomechanics in orthodontic practice. In: Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, eds. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 5th ed. St. Louis: Elsevier; 2011.
- McGorray SP, Dolce C, Kramer S, et al. A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of recombinant human relaxin on tooth movement and retention. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, in press.
- Zhou D, Hughes B, King GJ. Histomorphometric and biochemical study of osteoclasts at orthodontic compression sites in the rat during indomethacin inhibition. *Arch Oral Biol* 42:717-726, 1997.
- Bartzela T, Turp JC, Motschall E, et al. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:16-26, 2009.
- Zahrowski JJ. Optimizing orthodontic treatment in patients taking bisphosphonates for osteoporosis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:361-374, 2009.
- Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod* 64:175-188, 1994.
- Köle H. Surgical operations of the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 12:515-529, 1959.
- Gunderson RM, Porter JM, Zell A, et al. Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. *J Oral Surg* 34:216-219, 1978.
- Chang HY, Chang YL, Chen HL. Treatment of a severely ankylosed central incisor and a missing lateral incisor by distraction osteogenesis and orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:829-838, 2010.
- Lv T, Kang N, Wang C, et al. Biologic response of rapid tooth movement with periodontal ligament distraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136:401-411, 2009.
- Roberts WE, Epker BN, Burr DB, et al. Remodeling of mineralized tissues, part II: control and physiology. *Sem Orthod* 12:238-253, 2006.
- Mostafa YA, Fayed MMS, Mehanni S, et al. Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136:570-577, 2009.
- Liu SS, Lee W, Lei D, et al. Tissue responses in corticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: histology and immunostaining. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136:770e1-e11; 2009, eds summary and author interview, 136:770-771.
- Kim S, Yoon A, Jeong D, et al. Clinical application of accelerated osteogenic orthodontics and partially osseointegrated mini-implants for minor tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136:431-439, 2009.
- Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, et al. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 67:2149-2159, 2009.
- Dibart S, Seboun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent* 30:342-344, 2009, 346, 348-350.
- Quinn RS, Yoshikawa DK. A reassessment of force magnitude in orthodontics. *Am J Orthod* 88:252-260, 1985.
- Murdoch S, Phillips C, Khondker Z, et al. Treatment of pain after initial arch wire placement: a noninferiority randomized clinical trial comparing over-the-counter analgesics and bite-wafer use. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:316-323, 2010.
- Kusy RP. Clinical response to allergies in patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 125:544-547, 2004.
- Llamas-Carreras JM, Amarilla A, Solano E, et al. Study of external root resorption during orthodontic treatment in root filled teeth compared with their contralateral teeth with vital pulps. *Int Endod J* 43:654-662, 2010.
- Chausu S, Shapira J, Heling I, et al. Emergency orthodontic treatment after the traumatic intrusive luxation of maxillary incisors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 126:162-172, 2004.
- Brudvik P, Rygh P. Transition and determinants of orthodontic root resorption-repair sequence. *Eur J Orthod* 17:177-188, 1995.
- Hartsfield JK Jr. Pathways in external apical root resorption associated with orthodontia. *Orthod Craniofac Res* 12:236-242, 2009.
- Artun J, Van'tHullenaar R, Doppel D, et al. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:448-455, 2009.
- Kaley JD, Phillips C. Factors related to root resorption in edgewise practice. *Angle Orthod* 61:125-131, 1991.
- Kennedy DB, Joondeph DR, Osterburg SK, et al. The effect of extraction and orthodontic treatment on dentoalveolar support. *Am J Orthod* 84:183-190, 1983.
- Kokich VO, Kinzer GA. Managing congenitally missing lateral incisors, Part III: implant replacement. *J Esthetic Restorative Dent* 17:202-210, 2005.
- Melsen B, Agerbaek N, Markenstam G. Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 96:232-241, 1989.

41. Beier F. Cell-cycle control and the cartilage growth plate. *J Cell Physiol* 202:1-8, 2005.
42. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. *Am J Orthod* 68:42-54, 1975.
43. DeClerck H, Cevidanes L, Baccetti T. Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively-treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:577-581, 2010.
44. Janzen EK, Bluher JA. The cephalometric, anatomic and histologic changes in *Macaca mulatta* after application of a continuousacting retraction force on the mandible. *Am J Orthod* 51:832-855, 1965.

PRINCIPIOS MECÁNICOS EN EL CONTROL DE LAS FUERZAS ORTODÓNCICAS

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

MATERIALES ELÁSTICOS Y PRODUCCIÓN DE FUERZAS ORTODÓNCICAS

Propiedades básicas de los materiales elásticos
Materiales para arcos de alambre ortodóncicos
Efectos sobre las propiedades elásticas de las vigas
Otros dispositivos de fuerzas elásticas

FACTORES EN EL DISEÑO DE APARATOS ORTODÓNCICOS

Contacto en dos puntos para el control de la posición radicular
Brackets estrechos y anchos en sistemas de aparatos fijos
Efecto del tamaño de la ranura del bracket en los sistemas de arco de canto

ASPECTOS MECÁNICOS DEL CONTROL DEL ANCLAJE

Fricción y fijación en la resistencia al deslizamiento
Métodos para controlar el anclaje

SISTEMAS DE FUERZAS DETERMINADOS E INDETERMINADOS

Sistemas de un par
Sistemas de dos pares

el mismo. Al diseñar un sistema de aparatología ortodóncica para la mecanoterapia hay que tener en cuenta el comportamiento de los materiales elásticos y también los factores mecánicos de la respuesta dental.

MATERIALES ELÁSTICOS Y PRODUCCIÓN DE FUERZAS ORTODÓNCICAS

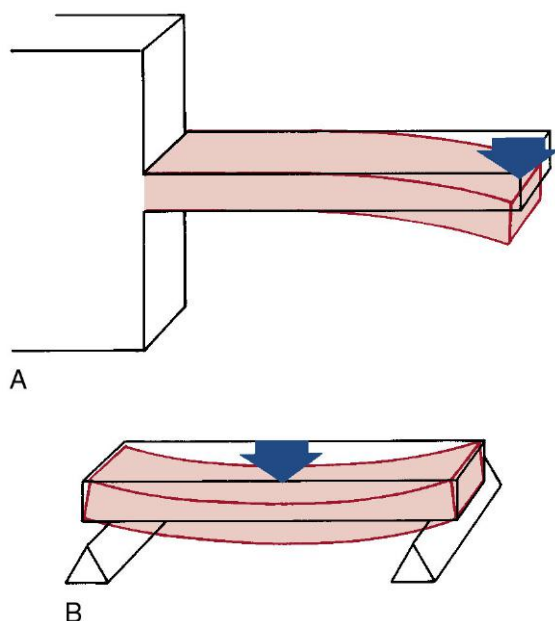
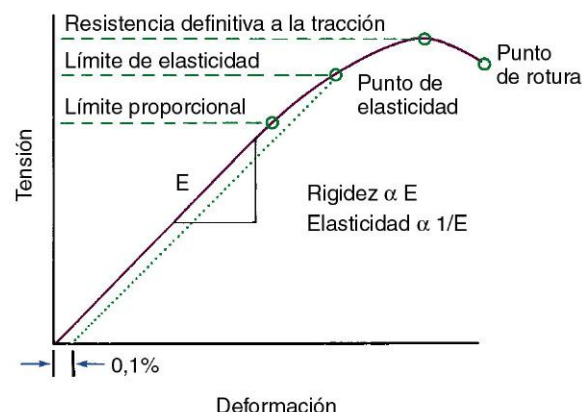
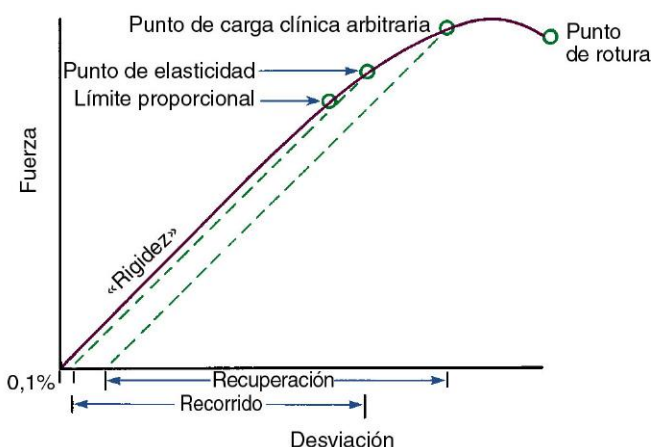
Propiedades básicas de los materiales elásticos

El comportamiento elástico de un material se define en función de su respuesta de tensión-deformación ante una carga externa. Tanto la tensión como la deformación se refieren al estado interior del material estudiado; la tensión es la distribución interna de la carga, definida en términos de fuerza por unidad de superficie, mientras que la deformación es la distorsión interna producida por dicha carga, definida en términos de desviación por unidad de longitud.

Para analizar estos conceptos, podemos considerar que los alambres y resortes ortodóncicos son como vigas, que se apoyan solo por un extremo (p. ej., un resorte que se proyecta desde un aparato de quita y pon) o por ambos extremos (es decir, el segmento de un arco dental situado entre anclajes sobre dientes adyacentes) (fig. 9-1). Si se aplica una fuerza sobre una viga, su respuesta se puede medir en función de la desviación (flexión o torsión) producida por dicha fuerza (fig. 9-2). La fuerza y la desviación son parámetros externos. La tensión y la deformación internas se pueden medir a partir de la fuerza y la desviación, teniendo en cuenta la superficie y la longitud de la viga.

En el contexto de la ortodoncia hay tres propiedades fundamentales de los materiales de las vigas que son esenciales para establecer su utilidad clínica: la resistencia, la rigidez (o lo opuesto, la elasticidad) y el recorrido. Cada una de estas propiedades

Para conseguir un movimiento dental ortodóncico satisfactorio se requiere una fuerza continua de poca intensidad. Al diseñar y utilizar un aparato ortodóncico, hay que tratar de generar un sistema de fuerzas con estas características, es decir, que no sean muy intensas ni varíen demasiado a lo largo del tiempo. Es especialmente importante que las fuerzas leves no decaigan con rapidez, ya sea porque el propio material pierda su elasticidad o porque un pequeño desplazamiento del diente provoque un cambio importante en las fuerzas que actúan sobre


FIGURA 9-1 Vigas en voladizo (A) y con apoyos (B).

FIGURA 9-3 La tensión y la deformación son características internas que pueden calcularse a partir de las mediciones de la fuerza y la desviación, de tal modo que las curvas de fuerza-desviación y tensión-deformación tienen unas formas generales parecidas. En un diagrama de tensión-deformación pueden tomarse tres puntos diferentes como representativos de la fuerza, como se muestra en la figura. La pendiente E de la curva de tensión-deformación es el módulo de elasticidad, al que son proporcionales la rigidez y la elasticidad.

FIGURA 9-2 Una curva típica de fuerza-desviación para un material elástico, como el alambre de un arco ortodóncico. La rigidez del material viene dada por la pendiente de la porción lineal de la curva. El recorrido es la distancia del eje de las X hasta el punto en que se produce una deformación permanente (que suele tomarse como el punto de elasticidad en el que se ha producido un 0,1% de deformación permanente). Se produce una cierta recuperación de la utilidad clínica si se dobla el alambre más allá del punto de elasticidad (hasta el punto indicado aquí como «carga clínica arbitraria»), pero no llega a recuperar su forma original. El alambre se rompe al llegar al punto de rotura.

puede definirse de acuerdo con un diagrama de fuerza-desviación o de tensión-deformación (v. fig. 9-2; fig. 9-3).

En un diagrama de tensión-deformación se pueden tomar tres puntos diferentes como representativos de la resistencia de un material (v. fig. 9-3). Cada uno de esos puntos representa, de forma algo diferente, la carga máxima que puede resistir el material. Los dos primeros puntos intentan describir el límite elástico del material, o punto a partir del cual se empieza a observar una deformación permanente. El parámetro más conservador es el *límite proporcional*, el punto más alto en el que tensión y deformación

mantienen todavía una relación lineal (conocida como *ley de Hooke*). Puede resultar bastante difícil determinar con exactitud este punto, por lo que se usa un indicador más práctico: el *límite de elasticidad*, o la intersección de la curva de tensión-distensión con una línea paralela con una diferencia de deformación del 0,1%. Generalmente, el verdadero *límite elástico* se sitúa entre estos dos puntos, pero ambos representan estimaciones válidas de la fuerza o desviación que puede soportar un alambre en la práctica clínica antes de sufrir una deformación permanente. La carga máxima que puede soportar el alambre (la *resistencia máxima a la tracción*) se alcanza tras haberse producido alguna deformación, y es superior al límite de elasticidad. Dado que esta resistencia máxima determina la fuerza máxima que puede suministrar el alambre si se emplea a modo de resorte, tiene gran importancia clínica, sobre todo porque el límite de elasticidad y la resistencia máxima difieren mucho más en las nuevas aleaciones de titanio que en los alambres de acero.

La resistencia se mide en unidades de tensión: la unidad SI (estándar internacional) es el pascal (Pa), aunque todavía se encuentran a menudo unidades inglesas como g/cm^2 . En las publicaciones ortodóncicas aparecen frecuentemente los datos en mega-Pa (MPa), y esta es la unidad que utilizaremos en el resto de este libro. El factor de conversión es: $100 \text{ g/cm}^2 = \sim 10 \text{ MPa}$ (en realidad, 9,81 MPa, aunque esta diferencia tan pequeña no resulta significativa en la evaluación clínica de los materiales ortodóncicos).

La rigidez y la elasticidad son propiedades recíprocas:

$$\text{Elasticidad} = 1 / \text{rigidez}$$

Cada una es proporcional a la pendiente de la parte elástica de la curva de fuerza-desviación (v. fig. 9-2). Cuanto menor sea la pendiente, mayor elasticidad tendrá el alambre; cuanto más inclinada sea, mayor rigidez tendrá el alambre.

El recorrido se define como la distancia que se puede flexionar elásticamente el alambre antes de que se produzca una deformación permanente. Para los ortodoncistas, esta distancia se mide en milímetros (v. fig. 9-2). Si se supera este límite, este no recuperará su forma original, pero se obtendrá una recuperación de utilidad clínica

a no ser que se alcance el punto de rotura. Esta recuperación se mide sobre el eje horizontal, como puede verse en la figura 9-2. A menudo, los alambres ortodóncicos se deforman por encima de su límite elástico, razón por la que sus propiedades de recuperación elástica son importantes a la hora de determinar su rendimiento clínico.

Estas tres propiedades fundamentales mantienen una relación muy importante:

$$\text{Resistencia} = \text{Rigidez} \times \text{Recorrido}$$

Existen otras dos características de relativa importancia clínica que también se pueden ilustrar mediante un diagrama de tensión-deformación: la resiliencia y la moldeabilidad (fig. 9-4). La resiliencia es la superficie que existe bajo la curva de tensión-deformación hasta el límite proporcional. Representa la capacidad del alambre para almacenar energía y es una combinación de la resistencia y la elasticidad. La moldeabilidad es la cantidad de deformación permanente que puede soportar un alambre antes de quebrarse. Representa el grado de flexión permanente que tolera el alambre (p. ej., mientras se le da la forma de un resorte de utilidad clínica) antes de romperse.

Las propiedades de un alambre ideal para el uso ortodóncico pueden definirse fundamentalmente de acuerdo con estos criterios; debe tener: 1) gran resistencia; 2) poca rigidez (en la mayoría de las aplicaciones); 3) gran recorrido, y 4) gran moldeabilidad. Además, el material deberá poder soldarse o amalgamarse para poder unir al alambre ganchos o topes. También deberá tener un precio razonable. En la práctica actual, no existe ningún material de alambre que cumpla todos estos requisitos y los mejores resultados se consiguen utilizando determinados materiales para aplicaciones específicas.

En EE. UU., las dimensiones de los aparatos ortodóncicos (incluido el tamaño de los alambres) se especifican en milésimas de pulgada (mil). En este texto, las damos en mil para simplificar (es decir, 0,016 pulgadas = 16 mil). En Europa y en otras muchas partes del mundo, las dimensiones de los aparatos se dan en milímetros. En lo que respecta a los aparatos ortodóncicos, se puede obtener una equivalencia bastante aproximada de los tamaños en milímetros dividiendo las dimensiones en mil por 4 y moviendo la coma decimal un lugar hacia la izquierda (es decir, 16 mil = 0,4 mm; 40 mil = 1 mm).

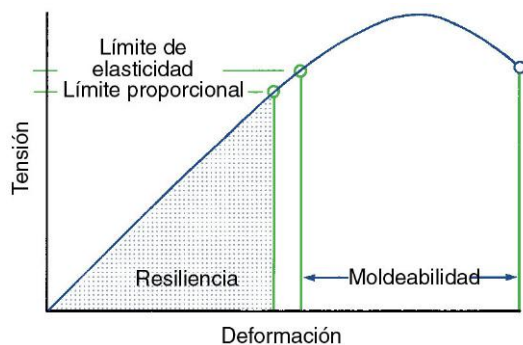


FIGURA 9-4 La resiliencia y la moldeabilidad se definen como una superficie bajo la curva de tensión-deformación y una distancia a lo largo del eje de las X, respectivamente, como puede verse en este ejemplo. Dado que la deformación plástica que hace que un material sea moldeable se puede considerar también como una forja en frío, podemos tomar igualmente la moldeabilidad como la superficie que hay bajo esa parte de la curva de tensión-deformación.

Materiales para arcos de alambre ortodóncicos

Aleaciones de metales preciosos

En la primera mitad del siglo xx, solían utilizarse aleaciones de metales preciosos para usos ortodóncicos, debido fundamentalmente a que no existía ningún otro material que soportase las condiciones intraorales. El propio oro era demasiado blando para la mayoría de las aplicaciones dentales, pero las aleaciones (que suelen llevar platino y paladio además de oro y cobre) podían tener utilidad ortodóncica. La aparición del acero inoxidable convirtió las aleaciones de metales preciosos en un material anticuado para el uso ortodóncico, antes de que el aumento de los precios los hiciese además prohibitivamente caros. Actualmente, la única ventaja apreciable del oro es la facilidad para fabricar aparatos colados, como las almohadillas adheridas y adaptadas a medida que se usan en los aparatos linguales fijos (v. capítulo 10).

Acero inoxidable y aleaciones de cromo-cobalto

El acero inoxidable y las aleaciones de cromo-cobalto (Elgiloy), con propiedades similares, han sustituido a los metales preciosos en ortodoncia debido a su mejor rigidez y elasticidad, con una resistencia equivalente a la corrosión. El acero inoxidable debe su resistencia frente a la oxidación a su contenido relativamente alto en cromo. Una combinación típica para uso ortodóncico lleva un 18% de cromo y un 8% de níquel (por lo que se le suele denominar acero inoxidable 18-8).

Las propiedades de estos alambres de acero pueden controlarse dentro de unos límites razonablemente amplios, modificando la forja en frío y el recocido durante el proceso de fabricación. El acero puede ablandarse mediante el recocido y endurecerse mediante la forja en frío. Las ligaduras empleadas para unir los arcos de alambre a los brackets que van sobre los dientes están hechas de ese alambre «totalmente blando». El material para alambres de acero se ofrece en una gama de estados parcialmente recocidos, en los que la resistencia máxima se va aumentando a expensas de la moldeabilidad. Los alambres de acero con resistencia máxima (clase «súper») son casi quebradizos y se rompen si se les flexiona bruscamente. El tipo «regular» puede doblarse a casi cualquier forma deseada sin que se rompa. Si no se requieren dobleces muy cerrados, pueden emplearse los alambres de tipo súper, pero es difícil que los resultados clínicos justifiquen su mayor precio o menor moldeabilidad.

Elgiloy, la aleación de cromo-cobalto, tiene la ventaja de que se puede conseguir en un estado más blando y moldeable, y se puede endurecer después mediante la aplicación de calor tras haberle dado la forma deseada. El calentamiento incrementa notablemente su resistencia. Tras este calentamiento, el Elgiloy más blando puede equipararse al acero inoxidable corriente, mientras que los tipos que son más duros inicialmente pueden equipararse a los aceros «súper». No obstante, este material casi había desaparecido a finales del siglo xx debido a su mayor coste en comparación con el acero inoxidable y a la necesidad adicional de tratarlo con calor para conseguir unas propiedades óptimas.

Aleaciones de níquel-titanio

Propiedades de las aleaciones de níquel-titanio. Los arcos de alambre fabricados con aleaciones de níquel-titanio resultan muy útiles durante la alineación ortodóncica inicial debido a su excepcional capacidad para ejercer fuerzas ligeras durante un intervalo

muy amplio de activaciones. La primera aleación de níquel-titanio fue resultado de los programas espaciales y recibió el nombre de *nitinol* (Ni, níquel; Ti, titanio; NOL, Naval Ordnance Laboratory). En este libro utilizaremos a partir de ahora la denominación *NiTi* para referirnos a la familia de materiales de alambre de níquel-titanio (en algunas otras publicaciones se usa igualmente el término *nitinol*, sin mayúscula). Las referencias a materiales específicos se hacen citando la marca comercial correspondiente (en mayúscula).

No podemos describir las propiedades de la aleación NiTi sin antes comprender que estas aleaciones pueden presentarse en más de una estructura cristalina. A temperaturas inferiores y a mayor tensión, la forma martensítica es más estable, mientras que a mayor temperatura y menor tensión, resulta más estable la forma austenítica. Aunque hay muchas aleaciones metálicas que se pueden presentar con diferentes estructuras cristalinas, las aleaciones NiTi tienen la peculiaridad de que la transición entre ambas estructuras es totalmente reversible y se produce a una temperatura considerablemente baja. Gracias a esta transición de fase, algunas aleaciones NiTi demuestran dos propiedades muy destacadas que no se observan en ningún otro material dental: la memoria de forma y la superelasticidad.

La memoria de forma se define como la capacidad de un material para «recordar» su forma original tras su deformación plástica mientras está en la forma martensítica. En una de sus aplicaciones características, se establece una forma determinada mientras se mantiene la aleación a una temperatura elevada, por encima de la temperatura de transición martensítica-austenítica. Cuando se enfría la aleación por debajo de la temperatura de transición, se puede deformar plásticamente, pero el material recupera su forma original al calentarlo a una temperatura adecuada para recuperar una estructura austenítica. Este cambio inducido por la temperatura en la estructura cristalina (denominado *termoelasticidad*) resultaba muy importante en las aplicaciones originales de nitinol dentro del programa espacial, pero era difícil de aprovechar en la práctica ortodéncica.

La superelasticidad hace referencia a la enorme deformación reversible que algunos alambres de NiTi pueden soportar debido a la transición de fase martensítica-austenítica. En el campo de la ingeniería suele recibir también el nombre de pseudoelasticidad, debido a la curva de tensión-deformación no lineal, que no es característica de un comportamiento elástico (fig. 9-5). Los materiales superelásticos son aleaciones austeníticas que experimentan una transición martensítica en respuesta a una tensión: un análogo mecánico al efecto de memoria de forma inducido por la temperatura. Esto es posible gracias a que la temperatura de transición es muy parecida a la temperatura ambiente. La mayoría de los materiales para arcos de alambre puede deformarse de manera reversible únicamente mediante una distensión de sus enlaces interatómicos (que da lugar al segmento lineal de la curva de tensión-deformación), mientras que los materiales superelásticos pueden experimentar un cambio reversible en su estructura interna tras una determinada cantidad de deformación. Esta transformación martensítica inducida por la tensión se manifiesta en la parte casi plana de la curva de carga-desviación. Esto significa que un arco de alambre inicial puede ejercer casi la misma fuerza tanto si se desvía una distancia relativamente pequeña como si lo hace a una distancia considerable, lo que representa una característica exclusiva y muy deseable (fig. 9-6). Para variar, superelasticidad no es solo otro término utilizado en publicidad.

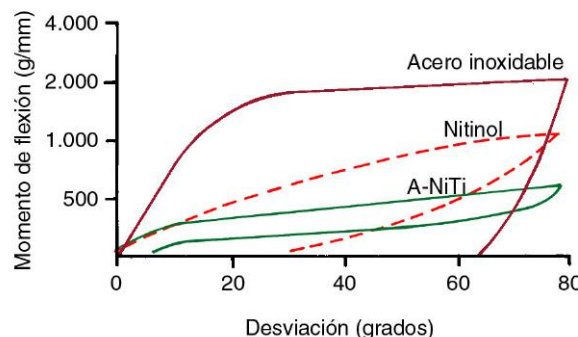


FIGURA 9-5 Momento de flexión frente a la desviación correspondiente a los alambres ortodéncicos de 16 mil (*línea roja*, acero inoxidable; *línea discontinua roja*, NiTi martensítico estabilizado [Nitinol]; *línea verde*, NiTi austenítico [A-NiTi]). Obsérvese que después de haber alcanzado un nivel de fuerza inicial, el A-NiTi tiene una curva de carga-desviación considerablemente más plana y una recuperación mayor que el M-NiTi, que a su vez tiene mucha mayor capacidad de recuperación que el acero. (Reproducido a partir de Burstone CJ, Qin B, Morton JY. Am J Orthod 87:445-452, 1985.)

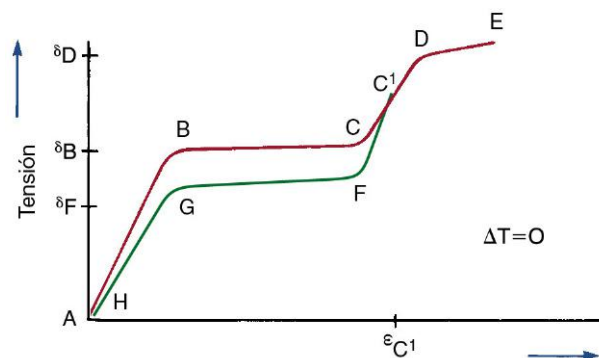


FIGURA 9-6 Una curva de tensión-deformación que muestra la superelasticidad debida a la transformación desde la fase austenítica a la martensítica inducida por la tensión, como sucede con el arco de alambre A-NiTi. La sección A-B representa la deformación puramente elástica de la fase austenítica (obsérvese en la fig. 9-5 que el A-NiTi es más rígido en esta fase que el M-NiTi). La tensión correspondiente al punto B es la tensión mínima a la que se empieza a producir la transformación a la fase martensítica. En el punto C se ha completado la transformación. La diferencia entre las pendientes de A-B y B-C indica la facilidad con que se produce la transformación. Una vez completada, la estructura martensítica se deforma elásticamente con la tensión mantenida, representada por la sección C-D (pero los alambres ortodéncicos casi nunca están sometidos a la tensión de esa región, y esta parte de la gráfica no se observa en las ilustraciones de la respuesta de los arcos de alambre ortodéncicos). En el punto D se alcanza la tensión elástica de la fase martensítica, y el material se deforma plásticamente hasta que se produce la rotura en E. Si se elimina la tensión antes de alcanzar el punto D (como en el punto C' del diagrama), se produce una descarga elástica de la estructura martensítica a lo largo de la línea C'-F. El punto F indica la tensión máxima a la que puede existir la estructura martensítica inducida por la tensión tras la descarga, y en ese punto empieza la transformación inversa a austenítica, que continúa hasta el punto G, en el que se recupera totalmente la estructura austenítica. G-H representa la descarga elástica de la fase austenítica. Una pequeña parte de la deformación total no se recupera totalmente porque se producen cambios irreversibles durante la carga o la descarga.

Aunque la memoria de forma representa una reacción térmica y la superelasticidad es una reacción mecánica, existe un vínculo inherente entre ambas. Los materiales superelásticos deben demostrar un cambio de fase reversible a una temperatura de transición cercana, que debe ser inferior a la temperatura ambiente para que pueda existir la fase austenítica en la práctica clínica. Las aleaciones con memoria de forma solo demuestran un recorrido clínico excepcional si se produce también una transformación inducida por la tensión. En caso contrario, para poder mantener una fuerza limitada habría que aumentar lentamente la temperatura mientras los dientes se van alineando; algo que, obviamente, no se observa en las condiciones clínicas. Debido a la estrecha interacción entre estas propiedades, los alambres que experimentan transiciones martensíticas-austeníticas recibirán a partir de ahora el nombre de *A-NiTi*. Todos los demás alambres de NiTi se estabilizan en la forma martensítica y nos referiremos a ellos con el nombre de *M-NiTi*.

Alambres de NiTi en ortodoncia clínica. Los alambres originales de Nitinol comercializados con ese nombre por Unitek a finales de la década de los setenta eran alambres de M-NiTi, sin ninguna aplicación de los efectos de transición de fase. Para su

uso ortodóncico, Nitinol es excepcionalmente elástico y bastante resistente, pero es muy poco moldeable (tabla 9-1). A finales de la década de los ochenta aparecieron nuevos alambres de níquel-titanio con una estructura granular austenítica (A-NiTi). Estos alambres son superelásticos y/o demuestran una memoria de forma variable. A pesar de ello, sin datos de laboratorio es peligroso asumir que los alambres descritos como superelásticos realmente lo son,¹ por lo que ha de tenerse cuidado a la hora de adquirirlos. En el momento de elegir un alambre determinado hemos de basarnos en su comportamiento en condiciones controladas, no en los testimonios de clínicos.

Parte de la naturaleza exclusiva de un material superelástico como el A-NiTi radica en que su curva de descarga difiere de su curva de carga (es decir, la reversibilidad va acompañada de una pérdida de energía [histéresis]) (fig. 9-7). Esto quiere decir que la fuerza que suministra no es igual a la fuerza que se aplica para activarlo. Las diferentes curvas de carga y descarga producen el efecto, aún más llamativo, de que la fuerza suministrada por un alambre de A-NiTi se puede modificar durante su uso clínico, aflojándolo simplemente y volviendo a fijarlo (fig. 9-8).

TABLA 9-1

Propiedades comparativas de algunos alambres ortodóncicos

	Módulo de elasticidad (10 ⁶ psi)	Rigidez del material en relación con el acero	Ángulo de ajuste (grados)*
Oro (sometido a tratamiento calórico)	12	0,41	12
Acero inoxidable <i>Truchrome</i> —Rocky Mountain	29	1	ND
Acero inoxidable australiano <i>Australian</i> —TP labs	28	0,97	12
Cromo-cobalto <i>Elgiloy</i> —Rocky Mountain	28	0,97	16
Cromo-cobalto (sometido a tratamiento calórico) <i>Elgiloy</i> —Rocky Mountain	29	1	35
β-titanio <i>TMA</i> —Ormco	10,5	0,36	87
A-NiTi <i>Nitinol SE</i> —Unitek	12†	0,41	ND
M-NiTi <i>Nitinol</i> —Unitek	4,8	0,17	42
Hilo triple de 9 mil <i>Triple-flex</i> —Ormco	3,9‡	0,13	62
Coaxial de 6 hilos <i>Respond</i> —Ormco	1,25‡	0,04	49
Trenzado de 9 hilos rectangulares <i>Force 9</i> —Ormco	1,5‡	0,05	56
Trenzado de 8 hilos rectangulares <i>D-Rect</i> —Ormco	1,25‡	0,04	88
Trenzado de A-NiTi rectangular <i>Turbo</i> —Ormco	0,5‡	0,02	88

ND, no disponible.

*Grados de flexión alrededor de un radio de 0,6 cm antes de su deformación permanente.

†De la parte elástica inicial de la curva de fuerza-desviación.

‡Módulo aparente, calculado.

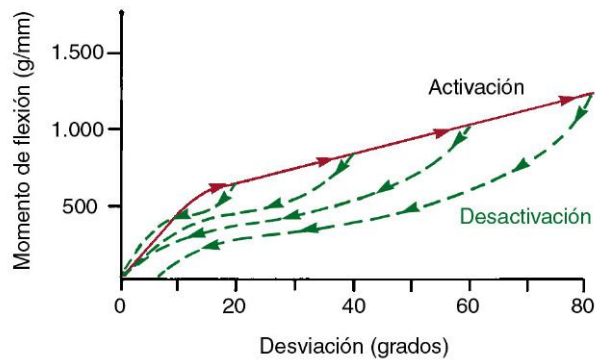


FIGURA 9-7 Curvas de activación (*línea continua*) y desactivación (*línea discontinua*) para el alambre de A-NiTi. Puede observarse que las curvas de descarga cambian con activaciones diferentes (es decir, la rigidez de descarga se ve afectada por el grado de activación). En contraste, la rigidez de descarga para los alambres de acero, β -Ti y M-NiTi es la misma para todas las activaciones. (Reproducido a partir de Burstone CJ, Qin B, Morton JY. Am J Orthod 87:445-452, 1985.)

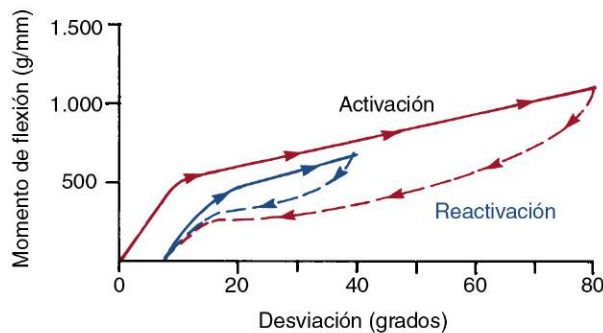


FIGURA 9-8 Líneas rojas: activación a 80° (*línea continua*) y desactivación (*línea discontinua*) de un alambre superelástico de NiTi; líneas azules: reactivación del alambre a 40°. En cada uno de los casos, la curva de desactivación (descarga) indica la fuerza que se aplicaría sobre un diente. Obsérvese que la cantidad de fuerza generada por un segmento de alambre de A-NiTi activado previamente a 80° (indicada por la curva de desactivación superior) podría aumentar considerablemente si se desligase de un bracket y después se volviese a ligar; esta es también una propiedad exclusiva de esta aleación. (Reproducido a partir de Burstone CJ, Qin B, Morton JY. Am J Orthod 87:445-452, 1985.)

Para el ortodoncista, la flexión del alambre en el sentido clásico es casi imposible con los alambres de A-NiTi, ya que no se someten a la deformación plástica hasta que no están muy deformados (v. fig. 9-5). No obstante, se puede dar forma a los alambres y alterar sus propiedades elevando su temperatura. Esto se puede hacer en la propia consulta, doblando el alambre mientras se hace pasar por él una corriente eléctrica, empleando como electrodos alicates ortodóncicos modificados. Miura et al. fueron los primeros en comprobar que es posible recolocar los dientes sobre un modelo dental hasta conseguir la oclusión postratamiento deseada, fijar los brackets al soporte, introducir a la fuerza un alambre de

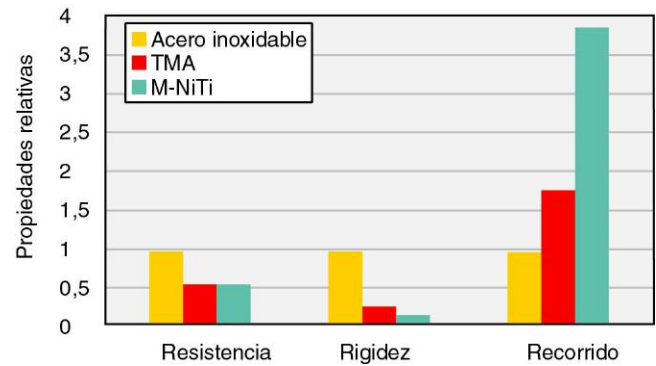


FIGURA 9-9 Resistencia, rigidez y recorrido relativos de los alambres de acero inoxidable, TMA y M-NiTi (que serían los mismos para cualquier tamaño de alambre). Tanto el TMA como el M-NiTi tienen la mitad de la resistencia del acero; el M-NiTi es algo menos rígido, pero tiene más recorrido que el TMA.

A-NiTi en los brackets y calentar posteriormente el alambre de manera que «memorice» su forma con los dientes en la posición deseada.² El alambre incorpora así todo lo que serían los «dobles finales» que suelen ser necesarios en las últimas fases del tratamiento. Al menos en teoría, esto nos permitiría efectuar determinados tipos de tratamiento con un solo alambre, que llevaría progresivamente los dientes hacia la posición predeterminada. Este concepto es exactamente el mismo que preconizaba originalmente Edward Angle para la expansión de los arcos dentales, lo que implica que presentaría las mismas limitaciones. Sin embargo, actualmente este método se usa sobre todo en la fabricación asistida por ordenador de los arcos de alambre iniciales para aparatos ortodóncicos linguales (v. sección posterior en este capítulo), y no se intenta hacer todo con un mismo arco de alambre.

Las propiedades del A-NiTi le han convertido rápidamente en el material de elección para las aplicaciones ortodóncicas en las que se precisa un intervalo prolongado de activación con una fuerza relativamente constante (es decir, para arcos de alambre iniciales y muelles). El M-NiTi sigue siendo útil fundamentalmente en fases posteriores del tratamiento, cuando se necesitan alambres flexibles, pero de mayor tamaño y algo más rígidos. En este momento, los alambres pequeños y redondos de níquel-titanio deberían ser de A-NiTi para aprovechar su mayor recorrido. No obstante, los alambres rectangulares de A-NiTi no poseen suficiente rigidez torsional para poder actuar como arcos de torsión eficaces, de manera que los arcos rectangulares de mayor tamaño usados para colocar los dientes con mayor exactitud funcionan mejor si son de M-NiTi (o de uno de los materiales que describimos a continuación).

β -titanio

A principios de la década de los ochenta, después de la aparición del Nitinol, pero antes de la del A-NiTi, se introdujo en ortodoncia una aleación de titanio bastante diferente: el β -titanio (β -Ti). Este material de β -Ti (TMA, Ormco/Sybron [el nombre es un acrónimo de aleación de titanio-molibdeno]) fue desarrollado fundamentalmente para usos ortodóncicos. Presenta una combinación muy deseable de resistencia y elasticidad (es decir, una resiliencia excelente), además de una moldeabilidad

razonablemente buena. Todo ello lo convierte en una excelente opción para resortes auxiliares y para arcos de alambre intermedios y finales, sobre todo para los alambres rectangulares que se utilizan en las fases finales del tratamiento con arco de canto.

En la figura 9-9 se comparan la resistencia, la rigidez y el recorrido de los alambres de acero inoxidable, aleación β -Ti y M-NiTi (v. también otros datos comparativos en la tabla 9-1). Se puede ver que, en muchos aspectos, la aleación β -Ti tiene unas propiedades intermedias entre las del acero inoxidable y las de M-NiTi.

Plásticos compuestos

A comienzos del siglo **xxi** estamos asistiendo a un nuevo avance en los materiales elásticos ortodóncicos. Los nuevos materiales ortodóncicos de estos últimos años son una adaptación de los utilizados en la tecnología aeroespacial. Las naves de alto rendimiento de las décadas de los ochenta y noventa estaban fabricadas con titanio, pero sus sustitutos están siendo fabricados (con algunos problemas) con plásticos compuestos (p. ej., el muy desfasado Boeing 787). La tecnología ortodóncica suele ir retrasada 15 o 20 años por detrás de la tecnología aeroespacial, y los «alambres» ortodóncicos de materiales compuestos han demostrado en el laboratorio unas propiedades muy deseables,³ aunque todavía no se han empezado a utilizar en la práctica clínica. Transcurrieron más de 10 años antes de que los primeros alambres de NiTi pasaran de ser una curiosidad clínica a convertirse en algo habitual, y puede que tenga que pasar un período de tiempo parecido para que los plásticos compuestos empiecen a utilizarse de forma rutinaria en ortodoncia clínica.

Comparación de los arcos de alambre actuales

Como hemos señalado anteriormente, los arcos de alambre de acero inoxidable, de β -Ti y de NiTi tienen un lugar privilegiado en la práctica ortodóncica actual. Comparando sus propiedades, podemos comprender por qué se prefieren unos tipos determinados de alambre para aplicaciones clínicas específicas (v. capítulos 14 a 18). Con los materiales que cumplen la ley de Hooke (que define el comportamiento elástico de los materiales y que se ilustra en las figs. 9-2, 9-3 y 9-4), es decir todos los alambres ortodóncicos excepto los de A-NiTi, es posible utilizar un método práctico para comparar dos arcos de diferentes materiales, tamaños y dimensiones, que se basa en el empleo de los cocientes de sus principales propiedades (resistencia, rigidez y recorrido):

Resistencia A / Resistencia B = Cociente de resistencia

Rigidez A / Rigidez B = Cociente de rigidez

Recorrido A / Recorrido B = Cociente de recorrido

El difunto Robert Kusy⁴ calculó estos cocientes para muchos alambres diferentes, y los datos que presentamos aquí proceden de sus trabajos. Al comparar las propiedades de estos alambres, es importante tener presentes dos factores:

1. La flexión explica el comportamiento de los alambres redondos de forma razonablemente completa en las aplicaciones ortodóncicas, pero cuando se encajan alambres rectangulares en anclajes rectangulares sobre los dientes se detectan tensiones de flexión y de torsión. Las relaciones fundamentales para la torsión son análogas a las de la flexión, pero no son idénticas. No obstante, un uso adecuado de las ecuaciones para la torsión permite calcular los cocientes de torsión del mismo modo que los de flexión.

2. Los cocientes se aplican al segmento lineal de la curva de fuerza-desviación y, por tanto, no describen con exactitud el comportamiento de los alambres forzados más allá de su límite elástico, pero de los que todavía se puede aprovechar su recuperación. Esta es una limitación cada vez más significativa cuando pasamos del acero o el cromo-cobalto al β -Ti y al M-NiTi. La respuesta no lineal del A-NiTi hace casi imposible calcular los cocientes. No obstante, los cocientes nos dan una idea básica de las propiedades de los alambres tradicionales de acero en comparación con las nuevas aleaciones de titanio, y pueden sernos muy útiles para apreciar los efectos de las modificaciones en el tamaño y la geometría de los alambres en una secuencia de arco de alambre típica.

El método más eficaz para comparar los diferentes materiales y tamaños de los alambres (dentro de las limitaciones descritas anteriormente) consiste en el empleo de nomogramas, unas tablas de referencia que incluyen una serie de relaciones matemáticas en forma de escalas debidamente ajustadas. Para elaborar un nomograma, se concede el valor de la unidad a un alambre de referencia, y a partir del mismo se pueden buscar otros muchos alambres utilizando el primero como referencia. En las figuras 9-10 y 9-11 reproducimos los nomogramas desarrollados por Kusy para la comparación generalizada de la flexión y la torsión del acero inoxidable, el M-NiTi y el β -Ti. Dado que los nomogramas de cada grupo están elaborados sobre la misma base, se puede comparar un alambre de cualquiera de los tres nomogramas con cualquier otro alambre.

Los nomogramas son muy útiles a la hora de valorar de un simple vistazo una serie completa de relaciones que requerirían varias páginas de tablas. Por ejemplo, si se utiliza la figura 9-11 para comparar el alambre M-NiTi de 21×25 con el de β -Ti de 21×25 en condiciones de torsión (la comparación más adecuada si hubiera que emplear esos alambres para producir un movimiento de torsión de la raíz de un diente): el alambre β -Ti de 21×25 tiene un valor de rigidez de torsión de 6, mientras que M-NiTi de 21×25 tiene un valor de 3; de manera que el alambre β -Ti suministraría el doble de fuerza con una desviación determinada; el alambre β -Ti de 21×25 tiene un valor de resistencia de 4, mientras que el alambre M-NiTi de esas dimensiones tiene un valor de 6, lo que significa que el alambre M-NiTi es menos propenso a sufrir una deformación permanente si se enrolla alrededor de un bracket; el valor del intervalo para el alambre β -Ti de 21×25 es de 0,7, mientras que el alambre de M-NiTi del mismo tamaño tiene un valor de intervalo de 1,9, lo que significa que el alambre de NiTi podría retorcerse hasta tres veces más. Los nomogramas contienen la información que permite una comparación parecida de cualquiera de los tamaños de alambres enumerados con cualquier otro alambre incluido en la tabla, ya sea en condiciones de flexión (v. fig. 9-10) o de torsión (v. fig. 9-11).

Efectos sobre las propiedades elásticas de las vigas

Cada una de las propiedades elásticas fundamentales (resistencia, elasticidad y recorrido) se ve afectada significativamente por la geometría de una viga. Tanto la sección (ya sea circular, rectangular o cuadrada) como la longitud de una viga tienen gran importancia a la hora de determinar sus propiedades.

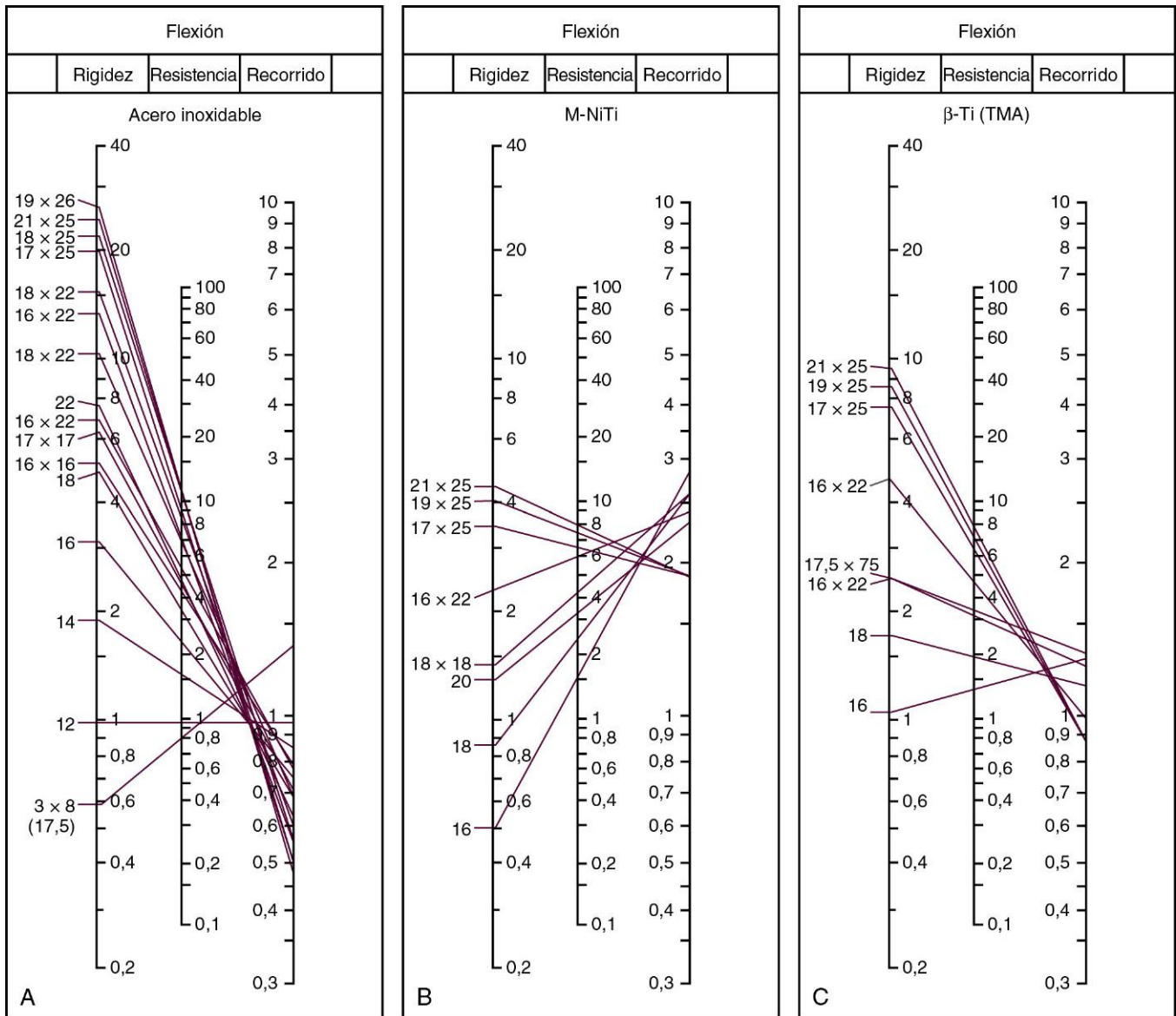


FIGURA 9-10 Nomogramas de flexión para alambres de acero inoxidable (A), M-NiTi (Nitinol) (B) y β -titanio (TMA) (C). El alambre de referencia para los tres nomogramas (con un valor asignado de 1) es acero de 12 mil, por lo que los valores de los tres nomogramas son comparables. (Reproducido a partir de Kusy RP. Am J Orthod 83:374-381, 1983.)

Geometría: tamaño y forma

Los cambios relacionados con la forma y el tamaño son independientes del tipo de material. En otras palabras, si se reduce a la mitad el diámetro de una viga de acero, su resistencia disminuirá en un porcentaje determinado con respecto a la que tenía antes (la reducción exacta dependerá de los apoyos de la viga, como explicaremos más adelante). Si reducimos el diámetro de una viga de TMA apoyada de una manera similar a la mitad, su resistencia disminuirá exactamente el mismo porcentaje que la viga de acero. Pero hay que tener en cuenta que la respuesta de una viga (se encuentre debajo de un puente o entre dos dientes en un aparato ortodóncico) estará determinada por la combinación de las propiedades del material y de los factores geométricos.

Vigas en voladizo. Empecemos considerando el caso de una viga en voladizo, apoyada solo por uno de sus extremos. En la práctica ortodóncica, este es el tipo de resorte que se suele

emplear en los aparatos de quita y pon, en los que se proyecta un alambre del cuerpo de plástico del aparato de quita y pon a modo de muelle auxiliar. Cuando se usa un alambre redondo como muelle auxiliar, al duplicar el diámetro del mismo su resistencia aumenta ocho veces (es decir, el alambre de mayor diámetro puede resistir una fuerza ocho veces mayor antes de deformarse permanentemente o bien suministrar una fuerza ocho veces mayor). Sin embargo, al duplicar el diámetro reducimos 16 veces su elasticidad y 2 veces su recorrido.

En un sentido más general, la resistencia de una viga en voladizo de sección circular cambia como el cubo del cociente entre la viga de mayor tamaño y la de menor tamaño; la elasticidad cambia como la cuarta potencia del cociente entre la viga menor y la mayor, y el recorrido cambia en relación directa con el cociente entre la menor y la mayor (fig. 9-12).

Vigas apoyadas. La situación es algo más compleja cuando se trata de una viga apoyada en sus dos extremos, como en el caso

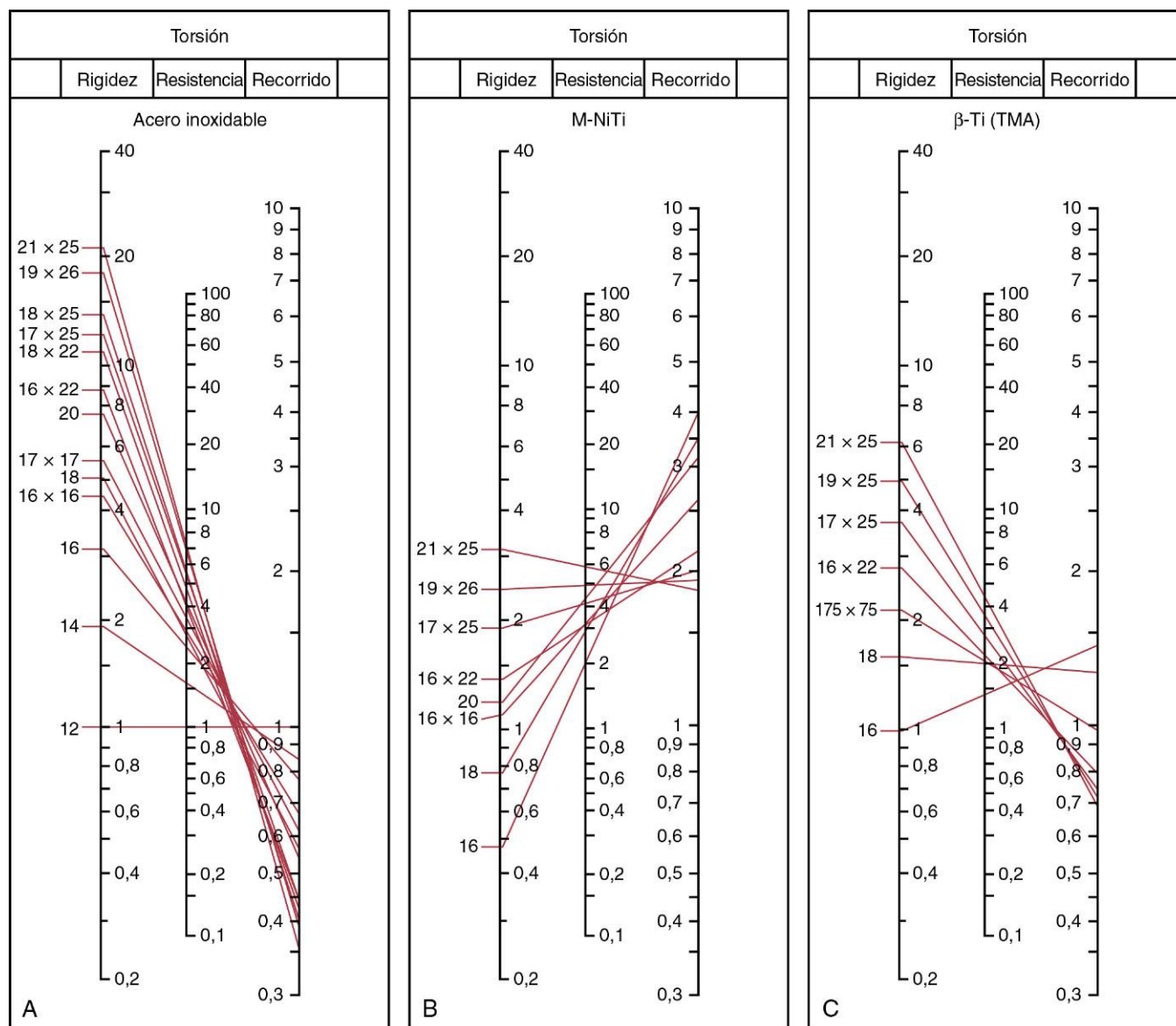


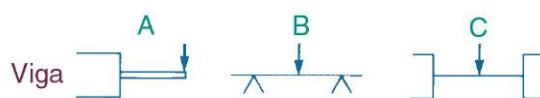
FIGURA 9-11 Nomogramas de torsión para alambres de acero inoxidable (A), M-NiTi (Nitinol) (B) y β-titanio (TMA) (C). El alambre de referencia es el mismo para los tres nomogramas, por lo que todos los valores son comparables. (Reproducido a partir de Kusy RP. Am J Orthod 83:374-381, 1983.)

de un segmento de arco dental entre dos dientes. Al apoyarse en ambos extremos, la viga es más resistente y menos flexible, sobre todo si los extremos están fuertemente anclados y no tienen libertad de deslizamiento. Si examinamos una viga rectangular, sus propiedades dependen fundamentalmente de sus dimensiones en la dirección de la flexión. No obstante, para cualquier viga con doble apoyo se aplica el mismo principio que para las vigas en voladizo, al aumentar el tamaño de la viga, la resistencia aumenta en relación cúbica, mientras que la elasticidad disminuye en una relación de la cuarta potencia, y el recorrido disminuye de forma proporcional, no exponencialmente.

Aunque en ingeniería las vigas redondas pueden sufrir torsiones, en ortodoncia la torsión solo tiene importancia práctica en los alambres rectangulares que se pueden encajar en ranuras rectangulares. El abordaje analítico de la torsión es básicamente igual al de la flexión, pero se encuentran tensiones de cizallamiento en vez de tensiones de flexión y las ecuaciones correspondientes son completamente diferentes. Sin embargo, el efecto general

es el mismo: al reducir el tamaño de un alambre disminuye su resistencia durante la torsión y aumentan su elasticidad y su recorrido, igual que en el caso de la flexión.

Al reducirse el tamaño de un alambre, su resistencia disminuye tan rápidamente que se llega a un punto en el que dicha resistencia no sigue siendo válida para uso ortodóncico. Al incrementar el diámetro, su rigidez aumenta con tal rapidez que se llega a un punto en el que el alambre es demasiado rígido y deja de resultar útil. Estos límites superior e inferior determinan los tamaños de utilidad en ortodoncia. Este fenómeno afecta por igual a cualquier material, pero los límites prácticos varían notablemente de unos materiales a otros. Como se puede ver en la *tabla 9-2*, los alambres de acero con utilidad práctica son considerablemente más pequeños que los de oro a los que reemplazaron. Los alambres de titanio son mucho más elásticos que los de acero de igual tamaño, pero no tan resistentes. Por consiguiente, sus tamaños útiles son mayores que los del acero y bastante parecidos a los del oro.



Para A:

Resistencia $d \rightarrow 2d = 8 \quad \left(\frac{2d}{d}\right)^3$

Elasticidad $d \rightarrow 2d = 1/16 \quad \left(\frac{d}{2d}\right)^4$

Recorrido $d \rightarrow 2d = 1/2 \quad \left(\frac{d}{2d}\right)$

FIGURA 9-12 La modificación del diámetro (d) de una viga, con independencia de sus apoyos, altera notablemente sus propiedades. Como indican las cifras de la parte inferior de la figura, al duplicar el diámetro de una viga en voladizo su resistencia se multiplica por 8, pero su elasticidad se divide por 16 y su recorrido se reduce a la mitad. En términos más generales, cuando comparamos vigas de cualquier tipo fabricadas con alambres de dos calibres diferentes, la resistencia varía como el cubo del cociente de sus secciones, la elasticidad varía como la cuarta potencia de dicho cociente y el recorrido varía en proporción directa (pero los cocientes exactos difieren de los de las vigas en voladizo).

TABLA 9-2

Tamaños útiles de alambres de diversos materiales (dimensiones en mil)

	Oro	Acero	Cromo-cobalto	β -Ti	M-NiTi	A-NiTi
Arco de alambre trenzado		De 6 a 9				
Arco de alambre						
Redondo	De 20 a 22	De 12 a 20	De 12 a 20	De 16 a 20	De 16 a 20	De 16 a 20
Rectangular	22 $\times$ 28	De 16 $\times$ 16 a 19 $\times$ 25	De 16 $\times$ 16 a 19 $\times$ 25	De 18 $\times$ 18 a 21 $\times$ 25	De 17 $\times$ 25 a 21 $\times$ 25	De 17 $\times$ 25 a 21 $\times$ 25
Aparato de quita y pon	De 30 a 40	De 22 a 30	De 22 a 30			
Arco lingual	40	30, 36, 32 $\times$ 32	30, 36	32 $\times$ 32		
Casquete o tiro		45, 51				
Arco de expansión auxiliar		36, 40				

Geometría: longitud y anclaje

Si modificamos la longitud de una viga (cualquiera que sea su tamaño o el material del que esté fabricado) también alteramos espectacularmente sus propiedades (fig. 9-13). Si duplicamos la longitud de una viga en voladizo, reducimos a la mitad su resistencia a la flexión, pero multiplicamos su elasticidad por ocho y su recorrido por cuatro. En términos generales, cuando aumenta la longitud de una viga en voladizo, su resistencia disminuye proporcionalmente, mientras que su elasticidad aumenta como la función cúbica del cociente de las longitudes y su recorrido aumenta como el cuadrado del cociente de las longitudes. Los cambios de longitud influyen sobre la torsión de forma muy diferente a la flexión, la elasticidad y el recorrido durante la torsión aumentan proporcionalmente con la longitud, mientras que la resistencia a la torsión no se ve afectada por ella.

Si cambiamos de una viga en voladizo a otra con apoyo doble, la situación general no varía, aunque los cálculos matemáticos se complican mucho. Al aumentar la longitud de la viga, la resistencia disminuye de forma proporcional, pero la elasticidad y el recorrido aumentan exponencialmente.

El anclaje de una viga también influye en sus propiedades. Un arco de alambre puede estar fijado con mucha o poca

fuerza, y el punto de carga puede estar en cualquier lugar del mismo. Como se puede ver en la figura 9-12, una viga y un arco de alambre apoyados en dos puntos son cuatro veces más elásticos si pueden deslizarse sobre sus contrafuertes (en la práctica clínica, a través de un bracket al que se encuentre unido holgadamente) que si están fijados con mucha fuerza. En el caso de los anclajes múltiples, como el de un arco de alambre fijado a varios dientes, el aumento de elasticidad con los anclajes holgados en un arco inicial no es tan llamativo, pero sigue siendo significativo.⁵

Control de las fuerzas ortodóncicas mediante la modificación de los materiales, el tamaño y la forma de los arcos de alambre

La obtención de la fuerza ortodóncica suficiente nunca supone un problema. La dificultad radica en conseguir una fuerza leve, pero mantenida. Un resorte o un arco de alambre lo bastante fuerte como para resistir la deformación permanente puede ser excesivamente rígido y dar lugar a dos problemas; es probable que la fuerza sea demasiado intensa inicialmente y que decaiga después con rapidez al empezar a moverse el diente. Sin embargo, un alambre con elasticidad y recorrido excelentes puede ser incapaz de suministrar una fuerza mantenida si tiene poca resistencia y

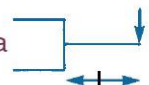
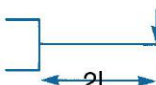
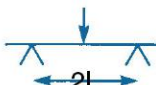
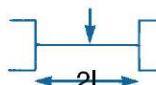
Viga				
Resistencia	$1/2$	$1/4$	1	2
Elasticidad	1	8	1	$1/4$
Recorrido	1	4	1	$1/2$

FIGURA 9-13 La modificación de la longitud de una viga o de sus apoyos altera espectacularmente sus propiedades. Al duplicar la longitud de una viga en voladizo, su resistencia disminuye a la mitad, pero su elasticidad se multiplica por ocho y su recorrido por cuatro. En términos generales, la resistencia varía en proporción inversa con la longitud, mientras que la elasticidad varía como el cubo del cociente de las longitudes y el recorrido como el cuadrado del mismo cociente. Si apoyamos una viga sobre sus dos extremos, se hace mucho más resistente, pero también menos elástica, que si se apoya solo en un extremo. Podemos ver que, si una viga está sujeta firmemente por ambos extremos, tiene una resistencia dos veces mayor, pero una elasticidad cuatro veces menor que una viga del mismo material que pueda deslizarse sobre sus puntales. Por esta razón, las propiedades elásticas de un alambre para arcos ortodóncicos dependen de que vaya ligado fuerte o débilmente a los brackets.

se distorsiona demasiado la primera vez que el paciente come algo. Hay que buscar el equilibrio ideal de resistencia, elasticidad y recorrido entre las posibles combinaciones (casi infinitas) de materiales, diámetros y longitudes.

Lo primero que hay que considerar al diseñar un resorte es que tenga una resistencia adecuada; el tamaño de alambre escogido no debe deformarse permanentemente con el uso. Como norma general, lo mejor es fabricar los muelles auxiliares para aparatos de quita y pon con alambre de acero. Podemos aprovecharnos enormemente del hecho de que los muelles auxiliares se comportan como las vigas en voladizo, la elasticidad aumenta como una función cúbica del incremento de longitud de la viga, mientras que la resistencia solo disminuye en proporción directa. Por consiguiente, podemos dar a un alambre relativamente largo (escogido por su resistencia) las propiedades elásticas deseadas al aumentar su longitud.

En la práctica, esta elongación suele significar que hay que doblar el alambre sobre sí mismo o enrollarlo en una espiral para incrementar su longitud al tiempo que confinamos el resorte a una zona intraoral delimitada (fig. 9-14). Por supuesto, podemos utilizar esta misma técnica con los arcos de alambre; la longitud eficaz se mide a lo largo del alambre, entre ambos apoyos, pero no tiene por qué ser en línea recta (fig. 9-15). El principal inconveniente es que la elaboración de los bucles de los arcos de alambre puede llevar mucho tiempo de trabajo.

Otra forma de conseguir una combinación mejor de elasticidad y resistencia consiste en combinar dos o más hilos de un alambre pequeño y, por consiguiente, elástico. Por ejemplo, dos alambres de acero de 10 mil unidos podrían aguantar el doble de carga que un solo hilo antes de deformarse permanentemente, pero si se doblase cada hilo sin la contención del otro, su elasticidad no se vería afectada. Esta observación fue el origen del sistema de «alambre gemelo» (v. capítulo 10); un par de alambres de acero de 10 mil ofrecían una elasticidad y un recorrido excelentes para la alineación dental, y ambos alambres juntos tenían una resistencia adecuada, aunque cada uno por separado no la tuviera. Más recientemente, se han llegado a usar tres o más hilos de alambre de acero de menor calibre trenzados en un cable (v. fig. 9-15). Las propiedades del alambre múltiple dependerán de las características de cada hilo por separado y de la fuerza con



FIGURA 9-14 Aparato de quita y pon con resortes en voladizo para modificar la posición de un molar superior y un primer premolar superior. Se aprecia que se ha hecho una espiral en el nacimiento de los resortes voladizos, aumentando eficazmente su longitud para conseguir unas propiedades mecánicas más convenientes.

que se trenzan. Los alambres de acero múltiples actuales ofrecen una impresionante combinación de elasticidad y resistencia, pero ahora han sido sustituidos por alambres de NiTi para la mayoría de las aplicaciones.

La excepcional elasticidad del A-NiTi le convierte en una alternativa muy atractiva a los alambres de acero durante las fases iniciales del tratamiento cuando los dientes están muy mal alineados. Un arco continuo de alambre de NiTi de cualquier tipo tendrá mejores propiedades que los alambres múltiples de acero y propiedades parecidas a las de los arcos de alambre de acero con bucles. El TMA, al ser un material intermedio entre el NiTi y el acero, tiene menor utilidad que cualquiera de ellos en la primera fase del tratamiento completo con aparatos. No obstante, gracias a sus excelentes propiedades generales, es bastante eficaz durante las fases posteriores del tratamiento. Es posible, y a menudo deseable, llevar a cabo el tratamiento ortodóncico con una serie de alambres de las mismas dimensiones aproximadas, cambiando sucesivamente del NiTi al TMA y al acero. En este capítulo y en los capítulos 14 a 16 comentaremos

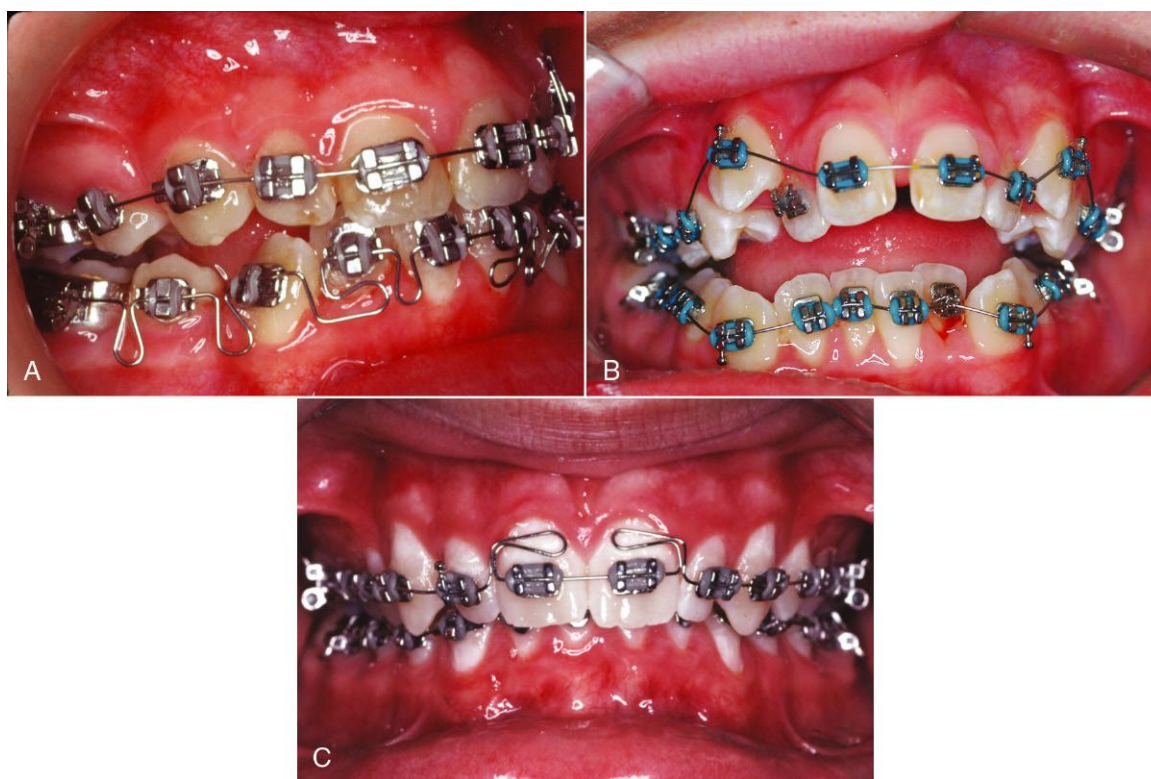


FIGURA 9-15 **A.** Pueden utilizarse dos estrategias para mejorar la elasticidad y el rango de acción de los arcos de alambre de acero: incluir bucles en el arco de alambre, como se observa en el arco inferior de la fotografía, para aumentar la longitud de los segmentos de unión entre dientes contiguos; o utilizar varios hilos de alambre de poco diámetro, como se aprecia en el arco superior. **B.** Gracias al excepcional recorrido de acción y a la curva plana de fuerza-desviación de los modernos arcos de alambre superelásticos de A-NiTi, es posible utilizar un solo hilo de alambre de 14 o 16 mil para la alineación inicial. El uso de estos alambres es más eficaz que el uso de alambres de acero inoxidable de varios hilos debido al mayor recorrido del A-NiTi y a que lleva menos tiempo que los bucles doblados, de manera que el A-NiTi ha sustituido casi por completo a las dos alternativas con el acero inoxidable. **C.** Puede utilizarse un alambre de acero inoxidable redondo para modificar la inclinación axial de los incisivos si es necesario en la fase inicial del tratamiento (al igual que en los pacientes de clase II, división 2) doblando los bucles que están en contacto con la zona gingival de los dientes a los que se ata el alambre. Si el extremo del alambre puede deslizarse hacia delante libremente, el resultado es la inclinación vestibular de los incisivos; si el extremo del alambre se dobla por detrás del tubo molar, la corona del incisivo no se dobla vestibularmente y el resultado es la torsión de la raíz lingual.

con más detalle la selección de arcos de alambre para diferentes actuaciones.

Otros dispositivos de fuerzas elásticas

Materiales de goma y plástico

Desde un primer momento se emplearon en ortodoncia bandas de goma para transmitir fuerza desde el arco superior al inferior. La goma tiene una cualidad especialmente valiosa, posee un gran margen de elasticidad, de forma que puede tolerar el tremendo estiramiento que se produce al abrir el paciente la boca con las gomas colocadas sin que se rompa el aparato. También resulta más fácil para el paciente quitarse y volver a colocarse unas bandas de goma que, por ejemplo, un muelle muy fuerte.

Desde el punto de vista de los materiales, el mayor problema que presentan todos los tipos de goma es que absorben agua y se deterioran por las condiciones intraorales. La goma de caucho, que se utiliza para fabricar las gomas elásticas que empleamos con frecuencia en casa y en la oficina, empieza a deteriorarse en la boca al cabo de un par de horas y pierde gran parte de su elasticidad en 12-24 h. Aunque hubo un tiempo en que los elásticos ortodóncicos se fabricaban con este material, han sido

desbancados por los elásticos de látex, que tienen una vida útil 4-6 veces mayor. En la ortodoncia actual solo deberían emplearse elásticos de látex.

Los plásticos elastoméricos con fines ortodóncicos se comercializan con diferentes marcas comerciales. Los módulos elastoméricos de pequeño tamaño sustituyen a las ligaduras de alambre para sujetar los arcos de alambre a los brackets en numerosas aplicaciones (v. fig. 9-15, B), y también pueden usarse para aplicar fuerza en el cierre de espacios en los arcos dentales. Sin embargo, al igual que la goma, estos elastómeros tienden a perder elasticidad tras un período relativamente corto de uso intraoral. Esta característica no impide que den bastante buen resultado a la hora de mantener los arcos de alambre en su sitio, ni contraindica su empleo en el cierre de espacios pequeños. Simplemente, conviene tener en cuenta que al usar elastómeros las fuerzas decaen con rapidez, por lo que se pueden clasificar mejor como fuerzas interrumpidas que como fuerzas continuas para mover los dientes.⁶ Aunque se pueden cerrar espacios mayores en los arcos dentales aproximando los dientes con bandas de goma o cadenas de elastómeros, podemos realizar el mismo movimiento con mayor eficacia utilizando resortes de A-NiTi, que suministran una fuerza casi constante a lo largo de un recorrido bastante considerable.

Imanes

Los imanes que se atraen o se repelen podrían generar fuerzas de la magnitud necesaria para mover los dientes y tendrían la ventaja de proporcionar fuerzas de intensidad predecible sin contacto directo ni fricción. Hasta que empezaron a utilizarse imanes de tierras raras en la década de los ochenta, los dispositivos magnéticos con fuerza suficiente a una distancia razonable eran demasiado voluminosos para su empleo ortodóncico. A finales de la década de los noventa, gracias a la aparición de imanes más pequeños y potentes, la posibilidad de utilizar la fuerza magnética en ortodoncia ha despertado un considerable interés (fig. 9-16).

Las dos cuestiones fundamentales en relación con el uso de imanes como fuente de fuerza son sus repercusiones biológicas y su eficacia clínica.⁷ Aunque los materiales de tierras raras son potencialmente tóxicos, cuando los imanes están en cajas cerradas para utilizarlos en el interior de la boca no se han observado efectos citotóxicos directos. Si un campo magnético aumenta la velocidad de remodelado óseo y de movimiento dental, esta podría ser una buena razón para utilizarlos, pero las investigaciones han demostrado que existe muy poco (o inexistente) efecto biológico producido por los imanes pequeños para generar fuerzas ortodóncicas. Aunque la seguridad no supone ningún problema,⁸ la fuerza entre una pareja de imanes sigue la ley del cuadrado inverso (es decir, la fuerza varía en función del cuadrado de la distancia entre los imanes), de tal manera que cuando los imanes suministran la fuerza para mover los dientes, los niveles de fuerza disminuyen o aumentan rápidamente en el momento en que los dientes empiezan a moverse. Debido a este inconveniente tan importante, es poco probable que la fuerza

magnética llegue a tener alguna importancia como parte del tratamiento ortodóncico, por lo que los imanes prácticamente han desaparecido del tratamiento actual.

FACTORES EN EL DISEÑO DE APARATOS ORTODÓNCICOS

Contacto en dos puntos para el control de la posición radicular

Definición de términos

Antes de pasar a comentar el control de la posición de la raíz, conviene conocer algunos términos físicos básicos que emplearemos en nuestro comentario.

- **Fuerza:** una carga aplicada sobre un objeto que tenderá a desplazarlo a una posición diferente en el espacio. La fuerza, aunque se define estrictamente en unidades de Newtons (masa por aceleración de la gravedad), se suele medir clínicamente en unidades de peso, por ejemplo, gramos u onzas. En este contexto, y a todos los efectos prácticos, $1 \text{ N} = 100 \text{ g}$ (el valor real se sitúa entre 97 y 98 g).
- **Centro de resistencia:** un punto en el que se puede concentrar la resistencia al desplazamiento para los análisis matemáticos. En un objeto que se encuentra en el espacio libre, el centro de resistencia coincide con el centro de la masa. Si el movimiento del objeto está limitado parcialmente, como es el caso de un poste clavado en la tierra o de una raíz dental anclada en el hueso, la situación del centro de resistencia dependerá de la naturaleza de esos factores limitantes externos. El centro de resistencia de un diente se encuentra aproximadamente en el punto medio de la parte enterrada de la raíz (es decir, aproximadamente a mitad de camino entre el ápice de la raíz y el borde del hueso alveolar) (fig. 9-17).
- **Momento:** una medida de la tendencia de un objeto a girar sobre un punto. Un momento es generado por una fuerza que actúa a una cierta distancia. En términos cuantitativos, es el producto de la fuerza por la distancia perpendicular entre el punto de aplicación de la fuerza y el centro de resistencia, y se mide, por consiguiente, en unidades de g/mm (o equivalentes). Si la línea de acción de una fuerza aplicada no pasa por el centro de resistencia, se crea necesariamente un momento. La fuerza no solo tenderá a desplazar el objeto a una nueva posición, sino que tenderá también a hacerlo girar alrededor del centro de resistencia. Por supuesto, este efecto es exactamente el que se produce cuando aplicamos una fuerza a la corona de un diente (v. fig. 9-17). El diente no solo se desplaza en la dirección de la fuerza, sino que también rota sobre el centro de resistencia; por consiguiente, el diente se inclina al desplazarse.
- **Par:** dos fuerzas de igual magnitud y de dirección opuesta. El resultado de aplicar dos fuerzas de esta forma es un momento puro, ya que se anula el efecto de desplazamiento de dichas fuerzas. Un par producirá una rotación pura, haciendo girar al objeto alrededor de su centro de resistencia, mientras que la combinación de una fuerza y un par puede modificar la forma de girar de un objeto mientras se desplaza (fig. 9-18).
- **Centro de rotación:** el punto alrededor del cual se produce realmente la rotación al desplazarse un objeto. Cuando se aplican dos fuerzas simultáneamente sobre un objeto, se



FIGURA 9-16 A y B. Imanes unidos a dientes individuales, utilizados para cerrar espacios y conseguir una alineación mejor de los mismos. (Por cortesía del Dr. M. A. Darendeliler.)

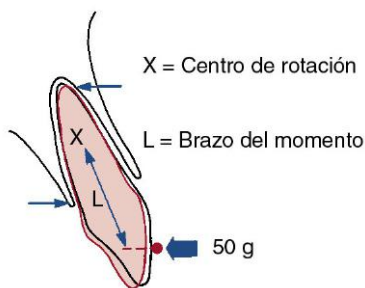


FIGURA 9-17 El centro de resistencia (C_R) de cualquier diente se encuentra aproximadamente en el punto medio de la parte enterrada de la raíz. Si aplicamos una fuerza a la corona de un diente, este no solo se desplazará, sino que rotará alrededor del centro de resistencia (es decir, los centros de rotación y de resistencia son idénticos), debido a que se crea un momento que es una fuerza que actúa a distancia de C_R . La distancia perpendicular desde el punto de aplicación de la fuerza al centro de resistencia es el brazo del momento. La presión sobre el ligamento periodontal será máxima a la altura del borde alveolar y en el punto contrario del ápice radicular (v. fig. 8-9).

puede controlar el centro de rotación y conseguir que tenga la ubicación que queramos. De hecho, la aplicación de una fuerza y un par a la corona de un diente es el mecanismo por el que se puede conseguir el movimiento en masa del diente, e incluso un desplazamiento de la raíz mayor que el de la corona.

Fuerzas, momentos y pares en el movimiento dental

Consideremos el problema clínico que plantea un incisivo central superior prominente. Si aplicamos una fuerza única de 50 g sobre la corona de este diente, como podríamos hacer con un resorte o un aparato maxilar de quita y pon, creamos un sistema de fuerzas que comprende un momento de 750 g/mm (v. fig. 9-18). El resultado será que la corona se retraerá más que el ápice radicular, que podría llegar a moverse ligeramente en sentido contrario. (Recuérdese que una fuerza tiende a desplazar todo el objeto, a pesar del hecho de que su orientación cambiará como consecuencia de la rotación simultánea alrededor del centro de resistencia.) Si deseamos mantener la inclinación del diente mientras lo retraemos, habrá que superar el momento creado involuntariamente al aplicar la fuerza sobre la corona.

Una forma de reducir la magnitud del momento es aplicar la fuerza más cerca del centro de resistencia. En ortodoncia, resulta imposible aplicar la fuerza directamente sobre la raíz, pero podríamos conseguir un efecto parecido construyendo un anclaje rígido que se proyectase por encima de la corona. Podríamos entonces aplicar la fuerza al anclaje, de manera que su línea de acción pasara por el centro de resistencia o sus proximidades. Si el anclaje fuera completamente rígido, lograríamos reducir o eliminar el brazo del momento y, por tanto, la inclinación (fig. 9-19). Dada la dificultad de conseguir unos brazos lo bastante largos como para anular por completo la inclinación, este método será, en el mejor de los casos, solo una solución parcial y provocará problemas de higiene bucal.

Otra forma de controlar o eliminar la inclinación consiste en crear un segundo momento de dirección opuesta al primero. Si se pudiera crear un segundo momento compensador de la misma magnitud que el producido por la aplicación de la primera

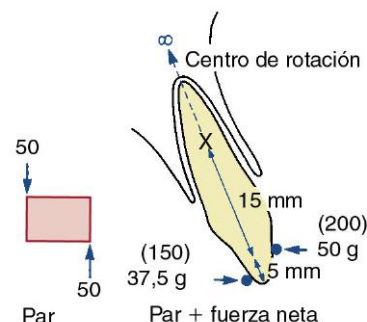


FIGURA 9-18 Un par (como el representado en la parte izquierda de la figura) se define como dos fuerzas iguales en magnitud y de sentido contrario. La aplicación de un par produce una rotación pura. En la práctica clínica, la aplicación de dos fuerzas desiguales sobre la corona de un diente para controlar la posición de la raíz puede traducirse en un par y en una fuerza neta para mover el diente. Si aplicásemos una fuerza de 50 g sobre un punto de la superficie labial de un incisivo a 15 mm del centro de resistencia, se produciría un momento de 750 g/mm (el momento de la fuerza, o M_F), que inclinaría el diente. Para conseguir un movimiento en masa hay que crear un momento (el momento del par, o M_P), de la misma magnitud y de sentido contrario al original. Una forma de hacerlo sería aplicar una fuerza de 37,5 g que empujara labialmente el borde incisal en un punto situado a 22 mm del centro de resistencia. Esto genera un momento de 750 g/mm en sentido opuesto, de tal forma que el sistema de fuerzas equivale a un par con una fuerza neta de 12,5 g para movilizar el diente lingualmente. Con este sistema de fuerzas, el diente no se inclinará, pero con una fuerza neta tan ligera solo conseguiríamos un movimiento muy reducido. Para lograr 50 g para un movimiento eficaz, habría que aplicar 200 g sobre la superficie labial y 150 g en sentido contrario sobre el borde incisal. Controlar fuerzas de esta magnitud con un aparato de quita y pon resulta muy difícil, casi imposible; conseguir un movimiento radicular eficaz es mucho más factible con un aparato fijo.

fuerza, el diente se mantendría erguido y se movería en masa. Sin embargo, un momento solo se puede crear aplicando una fuerza a distancia, por lo que habría que aplicar una segunda fuerza sobre la corona del diente.

En nuestro ejemplo del incisivo central prominente, podríamos controlar la tendencia del incisivo a inclinarse al ser retraído aplicando una segunda fuerza en la superficie lingual del mismo, quizá mediante un resorte sobre un aparato de quita y pon que empujase hacia fuera desde el lado lingual cerca del borde incisal (v. fig. 9-18). En la práctica, puede haber dificultades para mantener los aparatos de quita y pon en su sitio, debido al efecto de desplazamiento que tienen un par de resortes tan fuertes. La solución ortodóncica habitual consiste en un anclaje inmóvil sobre el diente, construido de manera que se puedan aplicar fuerzas en dos puntos. Con los alambres redondos en las ranuras de los brackets, se necesitaría un resorte auxiliar para producir un par de torsión (fig. 9-20). Se emplean más los arcos de alambre rectangular encajados en ranuras de brackets rectangulares sobre el diente, ya que se puede conseguir todo el sistema de fuerzas con un solo alambre (fig. 9-21).

Debemos señalar que, con este método, los dos puntos de contacto son los bordes opuestos del alambre rectangular. Por consiguiente, los brazos de momento del par son bastante reducidos, lo que significa que las fuerzas que hay que aplicar sobre el bracket para crear un momento compensador son bastante intensas. Si se va a emplear un arco de alambre rectangular para

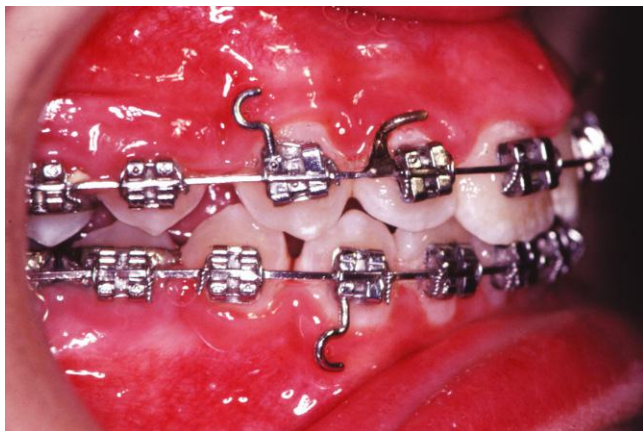


FIGURA 9-19 Se pueden utilizar anclajes que se extienden hasta el centro de resistencia, como los ganchos integrados en estos brackets, para reducir el brazo del momento y, por consiguiente, el grado de inclinación al aplicar elásticos o resortes para deslizar mesiodistalmente los dientes a lo largo de un arco de alambre. Esta idea que data de los años veinte fue recuperada para los primeros aparatos de alambres rectos. Desgraciadamente, cuanto más largos sean los ganchos, más eficaz será el mecanismo, pero también existirán más posibilidades de que produzcan problemas de higiene bucal que den lugar a irritación gingival y/o descalcificación. Existen otros métodos más prácticos para controlar la inclinación.

retraer un incisivo central en masa, la fuerza neta de retrusión deberá ser pequeña, pero las fuerzas de torsión sobre el bracket habrán de ser elevadas para poder generar el momento.

Relación M_p/M_F y control de la posición de la raíz

El análisis anterior demuestra que, para controlar la posición de la raíz durante el movimiento dental, se necesitan una fuerza para mover el diente en la dirección deseada y un par para producir el momento compensador necesario para controlar la posición radicular. Cuanto mayor sea la fuerza, mayor deberá ser el movimiento compensador para evitar la inclinación del diente, y viceversa.

Probablemente, la forma más sencilla de determinar cuánto se moverá un diente consiste en considerar el cociente entre el momento creado al aplicar una fuerza a la corona de un diente (el momento de la fuerza, o M_F) y el momento compensador generado por un par dentro del bracket (el momento del par, o M_p). En este caso, se observa (fig. 9-22) que existen las siguientes posibilidades:

$M_p/M_F = 0$	Inclinación pura (el diente rota alrededor del centro de resistencia).
$0 < M_p/M_F < 1$	Inclinación controlada (varía la inclinación del diente, pero el centro de rotación se aleja del centro de resistencia, y la raíz y la corona se mueven en la misma dirección).
$M_p/M_F = 1$	Movimiento en bloque (mismo movimiento de la corona y la raíz).
$M_p/M_F > 1$	Torsión (el ápice radicular se mueve más que la corona).

El momento de la fuerza depende de la magnitud de la misma y de la distancia desde el punto de aplicación hasta el centro

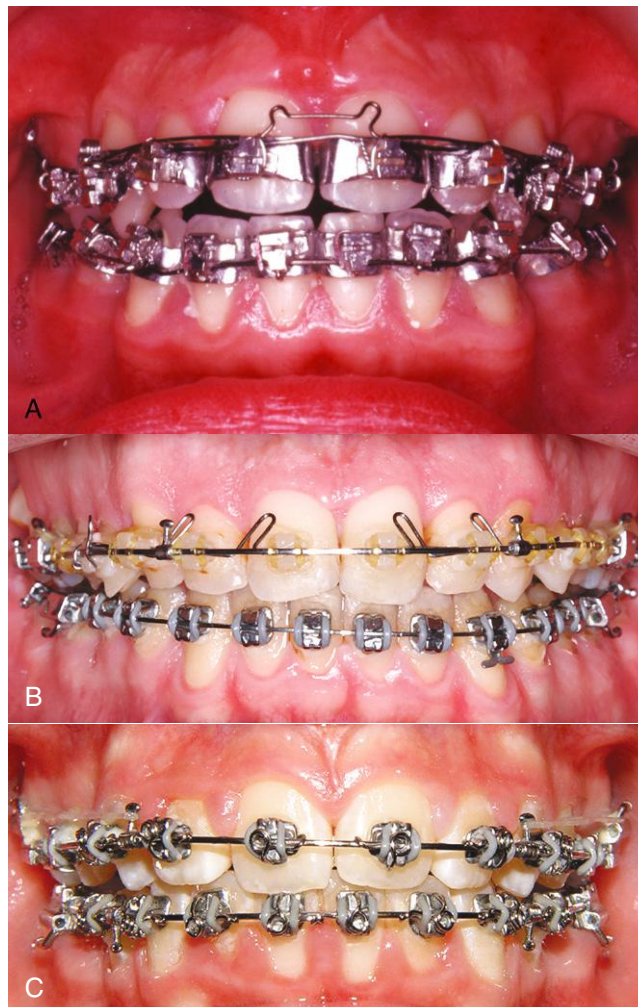


FIGURA 9-20 **A.** En el aparato de Begg se utilizaban habitualmente resortes auxiliares para colocar las raíces y para la torsión; se pueden ver ambos tipos de resortes en el arco superior de este paciente tratado con uno de los primeros aparatos combinados de Begg-arco de canto (década de los ochenta). Los resortes de torsión están en contacto con la superficie vestibular de los incisivos centrales; también hay resortes de enderezamiento bilaterales en los caninos. Los alambres base están insertados en la ranura de Begg, mientras que la ranura de canto no se utiliza en esta fase del tratamiento. **B.** Resorte de torsión auxiliar empleado en el aparato Tip-Edge, una versión actual del aparato combinado de Begg-arco de canto. **C.** Resortes para colocar las raíces (impulso lateral) usados en el aparato Tip-Edge. (**A.** por cortesía del Dr. W. J. Thompson; **B** y **C.** por cortesía del Dr. D. Grauer.)

de resistencia. Para la mayoría de los dientes esta distancia es de 8-10 mm, de manera que M_F será 8-10 veces la magnitud de la fuerza. En otras palabras, si usamos una fuerza neta de 100 g para mover el diente, necesitaremos un momento de 800 a 1.000 g/mm para lograr un movimiento radicular equivalente al movimiento de la corona. En la literatura ortodóncica, la relación entre la fuerza y el par compensador se ha expresado a menudo de este modo, como el cociente «momento-fuerza». En estos términos, un cociente momento-fuerza de 1-7 produciría una inclinación controlada, un cociente de 8-10 (dependiendo de la longitud de la raíz) produciría un movimiento en bloque y un cociente superior a 10 produciría torsión. Dado que la dis-

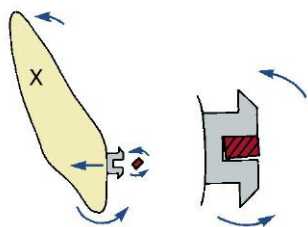


FIGURA 9-21 Un arco de alambre rectangular encajado en una ranura rectangular puede generar el momento necesario para controlar la posición de la raíz. El alambre se retuerce (torsiona) al introducirlo en la ranura del bracket. Los dos puntos de contacto están en el borde del alambre, por el que entra en contacto con el bracket. Por consiguiente, el brazo del momento es bastante pequeño y las fuerzas deben ser intensas para poder generar el M_p necesario. Empleando las mismas dimensiones dentales que se indican en la figura 9-18, una fuerza lingual neta de 50 g generaría un momento de 750 g/mm. Para equilibrarlo, creando un momento opuesto de 750 g/mm en un bracket con una ranura de 0,5 mm de profundidad, se necesita una fuerza de torsión de 1.500 g.

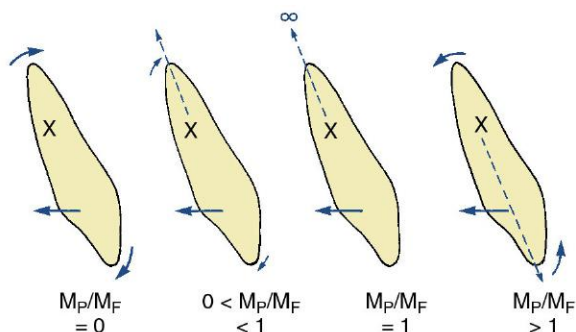


FIGURA 9-22 El tipo de movimiento dental depende del cociente entre el momento producido por la fuerza aplicada para mover un diente (M_F) y el momento compensador producido por el par y empleado para controlar la posición de la raíz (M_p). Sin M_p ($M_p/M_F = 0$), el diente rota sobre el centro de resistencia (inclinación pura). En la medida en que aumenta el cociente momento/fuerza ($0 < M_p/M_F < 1$), el centro de rotación se aleja cada vez más del centro de resistencia, y se produce lo que se denomina inclinación controlada. Cuando $M_p/M_F = 1$, el centro de rotación se desplaza al infinito y se produce un movimiento en bloque (traslación). Si $M_p/M_F > 1$, el centro de rotación se desplaza incisalmente y el ápice radicular se mueve más que la corona, por lo que se produce torsión radicular.

tancia entre el punto de aplicación de la fuerza y el centro de resistencia puede variar, y de hecho lo hace, es necesario ajustar el cociente momento-fuerza cuando la longitud radicular, la cantidad de soporte del hueso alveolar o el punto de aplicación de la fuerza difieren de las condiciones habituales. Los cocientes M_p/M_F describen con mayor exactitud el modo en que responderá un diente.

Recuérdese que cuando se aplica una fuerza a un bracket para deslizarlo a lo largo del alambre de un arco, como suele ocurrir en la práctica ortodóncica, la fuerza que actúa sobre el diente es menor que la que se aplica al bracket debido a la resistencia al deslizamiento en el bracket (v. comentario adicional a continuación). Lo que importa realmente es la fuerza *neta*, una vez restada la resistencia al deslizamiento, y el momento asociado con la fuerza neta. Por el contrario, la fricción apenas cuenta cuando se crea un par en un bracket.

Es fácil subestimar la magnitud de las fuerzas que se requieren para crear el par compensador. En el ejemplo presentado anteriormente, si empleásemos una fuerza neta de 50 g para retraer un incisivo central, necesitaríamos un momento de 500 g/mm para evitar que el diente se inclinase a medida que la corona se desplazase lingualmente. Para lograr un momento de esa magnitud en los confines de un bracket de 18 mil (0,45 mm), necesitaríamos que el arco de alambre suministrase una fuerza de torsión de 1.100 g. Esta fuerza sobre el bracket produce solo un momento puro, de forma que el ligamento periodontal (LPD) no soporta una gran fuerza, pero la magnitud necesaria puede ser sorprendente. El alambre deberá hacer crujir literalmente el bracket.

Brackets estrechos y anchos en sistemas de aparatos fijos

Existen dos circunstancias en las que el control de la posición radicular con un aparato ortodóncico resulta especialmente necesario; cuando hay que torsionar faciolingualmente la raíz de un diente (como en el ejemplo anterior), y cuando se necesita desplazar mesiodistalmente la raíz para igualar de forma adecuada los dientes en los espacios de extracción. En el primer caso, el momento necesario se genera dentro del bracket y las dimensiones fundamentales son las del arco de alambre; en el segundo caso, el momento se genera a través del bracket y la longitud del brazo del momento depende de la anchura del bracket.

Siendo los demás parámetros iguales, cuanto más ancho sea el bracket más fácil resultará generar los momentos necesarios para juntar las raíces en los espacios de extracción o para controlar la posición mesiodistal de las raíces. Consideremos ahora la retrusión de la raíz de un canino hacia el espacio de extracción dejado por un primer premolar (fig. 9-23). Con una fuerza de retrusión de 100 g y una distancia de 10 mm desde el bracket al centro de resistencia, necesitaremos un momento de 1.000 g/mm. Si el bracket colocado sobre este diente tiene una anchura de 1 mm, se precisarán 1.000 g de fuerza en cada esquina del bracket, pero si tuviese una anchura de 4 mm, solo se necesitaría una fuerza de 250 g en cada esquina.

Esto adquiere aún más importancia práctica cuando hay que cerrar el espacio de extracción deslizando los dientes a lo largo de un arco de alambre y se genera una unión entre el alambre y el bracket. La unión del alambre con las esquinas del bracket dependerá de la fuerza con que el bracket contacte con el alambre y del ángulo de contacto entre ambos (v. fig. 9-23). Con un bracket ancho se reducen la fuerza necesaria para generar el momento

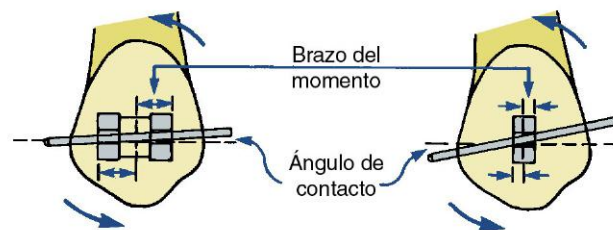


FIGURA 9-23 La anchura del bracket determina la longitud del brazo del momento (mitad de la anchura del bracket) para controlar la posición radicular mesiodistal. La anchura del bracket determina también el ángulo de contacto entre la esquina del bracket y el arco de alambre. Cuanto más ancho es el bracket, menor es el ángulo de contacto.

y el ángulo de contacto, por lo que resultará más ventajoso para cerrar espacios mediante deslizamiento.

A pesar de sus ventajas cuando hay que cerrar espacios deslizando los dientes sobre un arco de alambre, los brackets anchos presentan un inconveniente parcialmente compensador. Cuanto más ancho sea el bracket colocado sobre un diente, menor será el espacio entre los brackets de dientes contiguos y, por consiguiente, menor será la longitud eficaz de los segmentos de arco entre los apoyos. Al reducir de este modo la longitud de los segmentos de alambre (o reducir la longitud de la viga, en la terminología de nuestro comentario anterior), limitamos notablemente la elasticidad y el rango de acción del arco de alambre. De ahí que esté contraindicado el empleo de brackets muy anchos. La máxima anchura práctica de un bracket equivale aproximadamente a la mitad de la anchura del diente, y los brackets todavía más estrechos son más ventajosos cuando los dientes están mal alineados, ya que el mayor espacio entre brackets proporciona más elasticidad a cualquier tipo de alambre.

Efecto del tamaño de la ranura del bracket en los sistemas de arco de canto

El primero en usar arcos de alambre rectangular en ranuras de brackets rectangulares fue Edward Angle a finales de los años veinte con su mecanismo de arco de canto (v. capítulo 10). El aparato original fue diseñado para emplearlo con arcos de alambre de oro, con una ranura de bracket de 22×28 mil para albergar alambres rectangulares de las mismas dimensiones. Según el concepto de tratamiento de Angle, no era necesario deslizar los dientes a lo largo de arcos de alambre para cerrar los espacios de extracción, ya que simplemente rechazaba las extracciones por motivos ortodóncicos. Por otra parte, los movimientos de torsión tenían mucha importancia, y uno de los principales objetivos al diseñar los aparatos era lograr una torsión eficaz. El aparato fue diseñado para producir la fuerza adecuada y un rango de acción razonable durante la torsión cuando se empleasen arcos de alambre de oro de 22×28 con brackets estrechos.

Cuando los arcos de alambre de acero sustituyeron a los de oro, los cálculos técnicos originales de Angle dejaron de tener validez, ya que el alambre de acero de esas dimensiones era mucho más rígido. Una posible alternativa consistía en rediseñar el aparato de arco de canto, adaptando el tamaño de la ranura de los brackets al acero. Para ello, se propuso reducir el tamaño de la ranura de 22 a 18 mil. Incluso con este menor tamaño de ranura, los alambres de acero completos seguían produciendo fuerzas algo mayores que las del sistema de arco de canto original, pero las propiedades del aparato se aproximaban a las del sistema original. Se puede conseguir una buena torsión con alambres de acero y brackets de canto de 18 mil.

Por otra parte, se pueden usar arcos de alambre de menor tamaño en brackets de arco de canto para reducir la fricción que se opone al deslizamiento de los dientes a lo largo de un arco de alambre, un factor que era muy importante cuando el acero inoxidable reemplazó al oro. En la práctica, para que los dientes puedan deslizarse a lo largo de un arco de alambre, se necesitan al menos 2 mil de margen para minimizar la fricción, y sería deseable disponer de un margen aún más amplio. La mayor resistencia de un arco de alambre de 18 mil, en comparación con otro de 16 mil, puede ser una ventaja para el deslizamiento dental. Por supuesto, a la hora de cerrar espacios por deslizamiento, el alambre de

18 mil tendría un margen de espacio excelente en un bracket con una ranura de 22, pero encajaría con demasiada estrechez en uno con una ranura de 18. Por consiguiente, la ranura original de 22 mil tendría algunas ventajas para el cierre de espacios, pero presentaría un claro inconveniente cuando se necesitase la torsión. Con arcos de alambre de acero de 21 mil como tamaño más reducido (lo bastante aproximado a las 22 mil de la ranura de bracket original como para encajar adecuadamente), la elasticidad y el recorrido durante la torsión son tan limitados que resulta casi imposible conseguir una torsión eficaz con el arco de alambre. El empleo de brackets anchos para favorecer el cierre de espacios acentuaría aún más el problema de la torsión. Una posible alternativa sería la inclinación exagerada de alambres rectangulares de menor tamaño (p. ej., 19×25), pero a menudo se precisan auxiliares de torsión (v. fig. 9-20) con los alambres de acero de menor tamaño en brackets de canto con ranura de 22 mil.

En esta situación, queda más claro el papel de los nuevos arcos de alambre de titanio. Si solo se emplean alambres de acero, el sistema de ranuras de 18 mil presenta ventajas considerables sobre las de mayor tamaño. Con su excelente recuperación y resistencia a la deformación permanente, las aleaciones de NiTi resuelven algunas de las limitaciones de alineación de los alambres de acero en ranuras anchas de 22 mil, mientras que los alambres rectangulares de NiTi y β -Ti presentan ventajas sobre el acero de cara a las fases finales del tratamiento y al control de la torsión. En resumen, los nuevos arcos de alambre de titanio permiten resolver en gran medida los principales problemas derivados del uso continuado del tamaño original de ranura de canto.

ASPECTOS MECÁNICOS DEL CONTROL DEL ANCLAJE

Fricción y fijación en la resistencia al deslizamiento

Cuando los dientes se deslizan a lo largo de un arco de alambre es necesario aplicar una fuerza para cumplir dos objetivos: vencer la resistencia que produce el contacto del alambre con el bracket y conseguir la remodelación ósea necesaria para el movimiento dental. Como ya explicamos en el capítulo 8, la mejor manera de controlar la posición de los dientes de anclaje consiste en limitar la fuerza de reacción que actúa sobre los mismos. El empleo de una fuerza innecesariamente intensa para mover los dientes crea problemas a la hora de controlar el anclaje. Desgraciadamente, los dientes de anclaje soportan la reacción tanto a la fuerza necesaria para vencer la resistencia al deslizamiento como a la fuerza adicional necesaria para mover los dientes; por consiguiente, es importante controlar y limitar la resistencia al deslizamiento como parte del control del anclaje.

Debido al uso cada vez más frecuente de brackets de autoligado pasivo y de otras técnicas para reducir la fricción (que se describen detalladamente en el capítulo 10), es importante distinguir claramente cómo contribuyen la fricción y la fijación en la resistencia al deslizamiento.

Fricción en el tratamiento con aparatos fijos

Cuando un objeto se mueve respecto de otro, la fricción en su superficie de unión produce resistencia a la dirección del movimiento. En última instancia, la fricción se debe a las fuerzas

electromagnéticas entre los átomos; no es una fuerza fundamental que pueda definirse con independencia de las condiciones locales. Es proporcional a la fuerza con la que se presionan las superficies de contacto y depende de la naturaleza de dichas superficies (rugosa o lisa, químicamente reactiva o pasiva, modificada por lubricantes, etc.). Es muy interesante el hecho de que la fricción sea independiente de la superficie aparente de contacto. Esto se debe a que toda superficie, independientemente de su suavidad, presenta irregularidades que son importantes a escala molecular, y el contacto real solo se produce en un limitado número de pequeños puntos en los salientes de las irregularidades superficiales (fig. 9-24). Esos puntos, denominados *asperezas*, soportan toda la carga entre ambas superficies. Incluso con cargas muy leves, la presión local en las asperezas puede provocar una sensible deformación plástica de esas pequeñas zonas. Debido a ello, la verdadera superficie de contacto depende en gran medida de la carga aplicada y es directamente proporcional a la misma.⁹

Cuando se aplica una fuerza tangencial para hacer que un material se deslice sobre el otro, los puntos de unión empiezan a desgastarse. Por consiguiente, el coeficiente de fricción es proporcional a la resistencia al desgaste de las uniones e inversamente proporcional al límite de elasticidad de los materiales (ya que dicho límite determina el grado de deformación plástica de las asperezas). A velocidades de deslizamiento reducidas, se puede producir un fenómeno de «adhesión-deslizamiento» al acumularse fuerza suficiente para desgastar los puntos de unión y producirse un salto, y posteriormente las superficies se vuelven a adherir hasta que se vuelva a acumular fuerza suficiente como para romperlos.

Otros dos factores afectan a la fricción: el engranaje de las irregularidades superficiales, que obviamente es más importante cuando las asperezas son grandes o puntiagudas, y el grado en que las asperezas de un material duro se incrustan en la superficie de otro más blando. Por tanto, la resistencia total a la fricción será la suma de tres componentes: 1) la fuerza necesaria para rebajar todos los puntos de unión; 2) la resistencia provocada por el engranaje de las rugosidades, y 3) el componente de incrustación de la fuerza total de fricción.¹⁰ En la práctica, si dos materiales son relativamente suaves y presentan una dureza parecida, la fricción dependerá sobre todo del componente de desgaste.

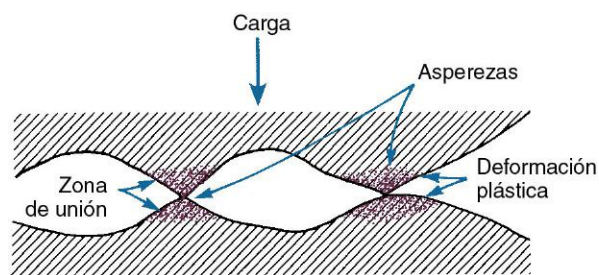


FIGURA 9-24 Cuando se comprimen dos superficies sólidas o una se desliza sobre la otra, solo se produce un contacto real en un número limitado de puntos, denominados *asperezas*, que representan los picos de las irregularidades superficiales. Estas uniones se rompen durante el deslizamiento, y la fuerza necesaria para producir esta deformación plástica de las irregularidades superficiales es la resistencia a la fricción. (Reproducido a partir de Jastrzebski ZD. *The Nature and Properties of Engineering Materials*. 3rd ed. New York: Wiley; 1987.)

La experiencia acumulada en los últimos años con los alambres de titanio y los brackets de cerámica o plástico ha confirmado la idea de que las características superficiales son una variable muy importante en la fricción. Los brackets de acero inoxidable se deslizan razonablemente bien sobre los alambres de acero, pero la situación no es tan favorable con otras combinaciones.

Características superficiales de los alambres. Cuando aparecieron por primera vez los alambres de NiTi, los fabricantes afirmaban que tenían una superficie más deslizante que la del acero inoxidable, de tal manera que siendo iguales los demás factores, habría menos engranaje de las asperezas y, por consiguiente, menos resistencia friccional al deslizamiento del diente a lo largo del alambre de NiTi que con el acero inoxidable. Esto no es cierto: el NiTi tiene una superficie más rugosa (debido a defectos superficiales, no a la calidad del pulido) que el β -Ti, que a su vez es más rugoso que el acero. Sin embargo, lo que es más importante, existe una escasa o nula correlación entre los coeficientes de fricción y la rugosidad superficial de los alambres ortodóncicos¹¹ (es decir, el engranaje y la incrustación no son componentes fundamentales de la resistencia friccional total). Aunque el NiTi tiene más rugosidad superficial, el β -Ti tiene más resistencia friccional. Esto significa que a medida que aumenta el contenido de titanio de la aleación su reactividad superficial también aumenta, ya que la composición de la superficie ejerce una gran influencia. Por ello, el β -Ti, con un 80% de titanio, tiene un coeficiente de fricción mayor que el NiTi, que contiene un 50% de titanio, y ambos presentan una mayor resistencia friccional al deslizamiento que el acero. Con el β -Ti existe la suficiente reactividad del titanio como para que el alambre se «suelde en frío» a un bracket de acero en determinadas circunstancias, haciendo que el deslizamiento resulte casi imposible.

Una posible solución a este problema consiste en alterar la superficie de los alambres de titanio mediante la implantación de iones superficiales. La implantación de iones (de nitrógeno, carbono y otros materiales) ha dado resultados satisfactorios con el β -Ti y ha permitido mejorar las características de los implantes de cadera con este material. Sin embargo, en la práctica ortodóncica los alambres implantados de NiTi y β -Ti no han demostrado un rendimiento superior en la alineación inicial o el cierre de espacios por deslizamiento, respectivamente.

Características superficiales de los brackets. La superficie de los brackets también influye en la fricción. La mayoría de los brackets ortodóncicos actuales son de acero inoxidable colado o fresado y, adecuadamente pulidos, tienen una superficie relativamente lisa, comparable a la de los de acero. En la actualidad están empezando a utilizarse brackets de titanio, debido sobre todo a que eliminan la posibilidad de una respuesta alérgica al níquel del acero inoxidable. Por fortuna, muchas personas con sensibilidad cutánea al níquel no sufren reacciones mucosas, pero el aumento del número de pacientes alérgicos se está convirtiendo en un gran problema. En el mejor de los casos, las propiedades superficiales de los brackets de titanio son similares a las de los alambres de este material, y pulir el interior de las ranuras de los brackets resulta bastante difícil, de modo que estas zonas críticas pueden ser más rugosas que los alambres. Por consiguiente, el deslizamiento con los brackets de titanio puede resultar problemático, sobre todo si también se utilizan arcos de alambre de titanio.

Los brackets cerámicos alcanzaron bastante popularidad en la década de los ochenta debido a su excelente aspecto estético, pero las propiedades de su superficie están lejos de ser las ideales.

Los brackets de cerámica policristalina poseen superficies considerablemente más rugosas que las de los brackets de acero. El material cerámico es rugoso, pero duro, y puede penetrar incluso en la superficie de un alambre de acero durante el deslizamiento, creando gran resistencia; por supuesto, ello empeora cuando se utilizan alambres de titanio. Aunque los brackets monocristalinos son bastante lisos, también pueden dañar los alambres al deslizarse por ellos, y oponen igualmente mayor resistencia al deslizamiento.¹² Recientemente se han desarrollado unos brackets cerámicos con ranuras metálicas, lo que supone un reconocimiento bastante explícito de los problemas creados por la fricción contra las superficies cerámicas (v. comentario adicional sobre los aparatos estéticos en el capítulo 10).

Es bastante probable que en los próximos años se empiecen a utilizar brackets de plásticos compuestos en ortodoncia. Tienen las ventajas de ser del mismo color de los dientes y de no producir reacciones alérgicas y, al menos en teoría, deberían tener unas propiedades superficiales que no resultaran tan problemáticas como las de la cerámica. Sin embargo, como el caso de los alambres de plásticos compuestos, su fabricación plantea muchas dificultades y puede que sus ventajas sobre el metal no compensen los gastos adicionales.

Fijación elástica e inelástica en la resistencia al deslizamiento

La fuerza que se produce entre el alambre y el bracket influye considerablemente en la magnitud de la resistencia al deslizamiento. Esta resistencia depende fundamentalmente de dos factores: la fricción que se produce cuando el alambre contacta con las paredes o el fondo del bracket, y la fijación elástica o inelástica que se produce cuando el alambre entra en contacto con las esquinas del bracket. Como veremos a continuación, el principal componente de la resistencia al deslizamiento es la fijación, no la fricción.

En teoría, un alambre podría deslizarse por un bracket o un tubo sin ningún tipo de fricción si fuera más pequeño que el

bracket y no entrara en contacto con ninguna parte del mismo (fig. 9-25, A). Esto es muy difícil de conseguir, incluso en el laboratorio; a menos que todo quede perfectamente alineado, el alambre entrará en contacto con el fondo del bracket o con alguna otra zona del mismo, pero la fricción será muy pequeña si no hay nada que fuerce el alambre contra el bracket.

Sin embargo, esto no se parece para nada a lo que sucede en el interior de la boca. Cuando un alambre moldeado a la forma de la arcada pasa por varios brackets, es inevitable que contacte con la base y/o las paredes del bracket (v. fig. 9-25, B). Si se tracciona de un diente a lo largo de un arco de alambre, la resistencia al deslizamiento se deberá únicamente a la fricción hasta que el diente se incline lo suficiente para que las esquinas del bracket entren en contacto con el alambre. Evidentemente, el diente se inclina debido a que se aplica una fuerza sobre un bracket colocado en su corona, y el centro de resistencia se sitúa a mitad de camino de la raíz. En el momento en que las esquinas del bracket tocan el alambre (lo que sucede después de un movimiento muy pequeño del diente), se genera un momento que se opone a una mayor inclinación (fig. 9-26). Esto genera una fijación elástica entre el bracket y el alambre, que es diferente de la fricción. Cuanto mayor sea el ángulo con el que el alambre contacte con las esquinas del bracket, mayor será la fuerza entre ambos; debido a ello, como ya hemos señalado anteriormente, la resistencia al deslizamiento es mayor en los brackets estrechos que en los más anchos. Como podemos ver en la figura 9-27, la resistencia al deslizamiento incluye casi inmediatamente la fijación elástica cuando el diente empieza a moverse, y aumentará rápidamente con el ángulo formado por el bracket y el alambre.¹³

Una serie de experimentos que Kusy llevó a cabo en su laboratorio nos puede ayudar a apreciar la importancia de la fijación y la fricción como componentes de la resistencia al deslizamiento.¹⁴ En estos experimentos se ligaron alambres de 21×25 de M-NiTi y de acero a brackets gemelos de acero de ranura del n.º 22, con una fuerza de ligadura de 200 g, con lo que se produjo una fricción bastante intensa. Seguidamente, se midió la resistencia al

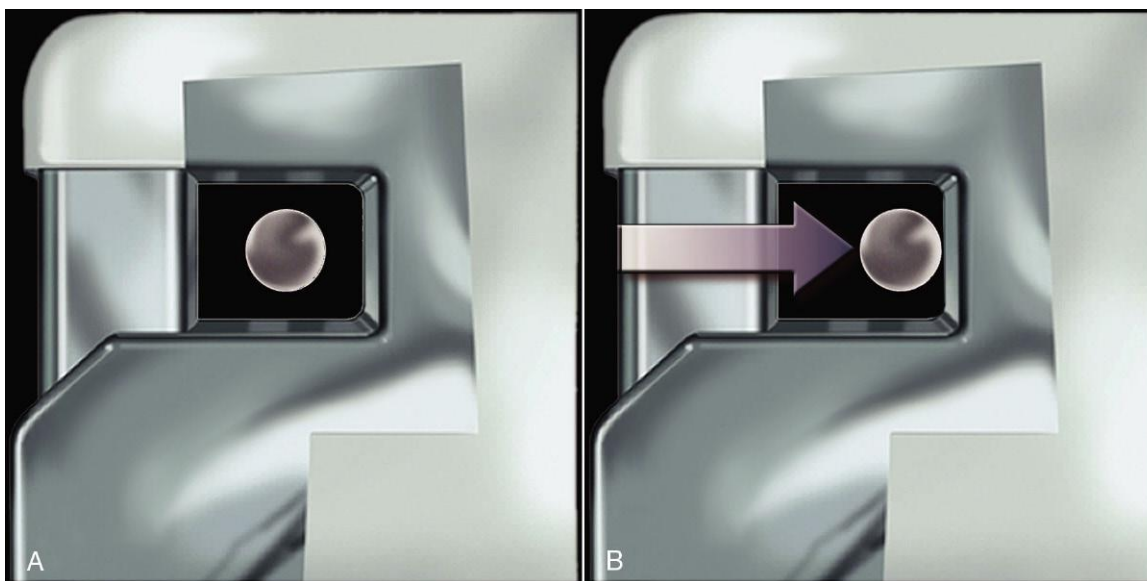


FIGURA 9-25 A. En el laboratorio es posible orientar un alambre pequeño dentro de un bracket (o tubo) de tal manera que no toque ninguna de las paredes, y en ese caso la fricción no se opondrá al movimiento del alambre por el bracket. B. En la boca, un arco de alambre curvado que pase por una serie de brackets contactará inevitablemente con el fondo de los mismos y, por consiguiente, habrá algo de fricción.

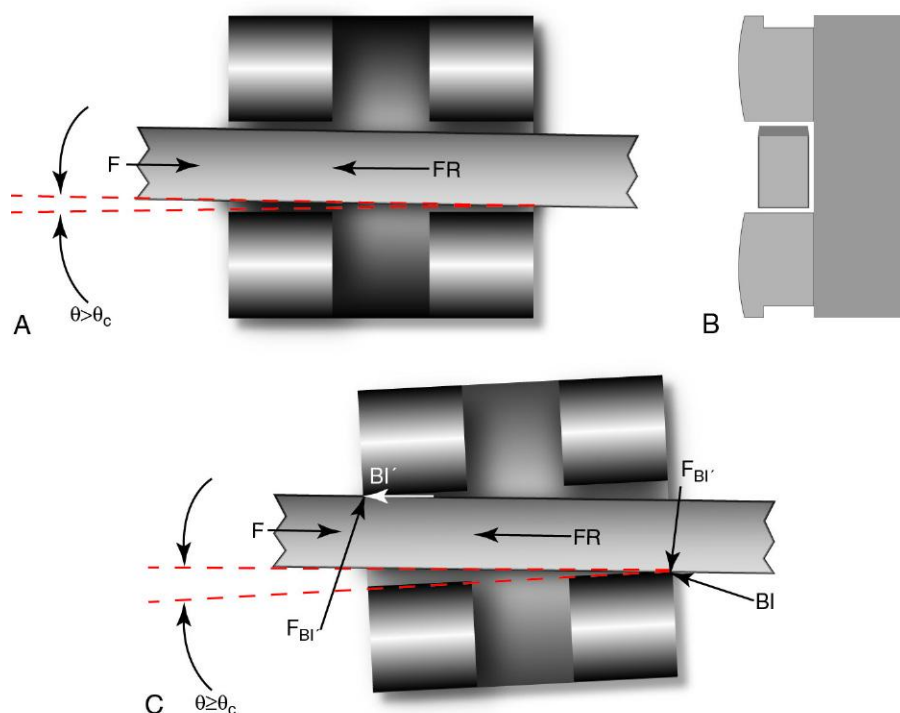


FIGURA 9-26 A y B. A la fuerza necesaria para mover un bracket a lo largo de un arco de alambre únicamente se opone la fricción producida por el contacto del alambre con el fondo o los laterales de la ranura del bracket. C. La raíz de un diente se opone a su movimiento, de manera que el diente se inclina hasta que las esquinas del bracket entran en contacto con el alambre, y a partir de ese momento la fijación elástica del alambre con la esquina del bracket se suma a la resistencia al deslizamiento.

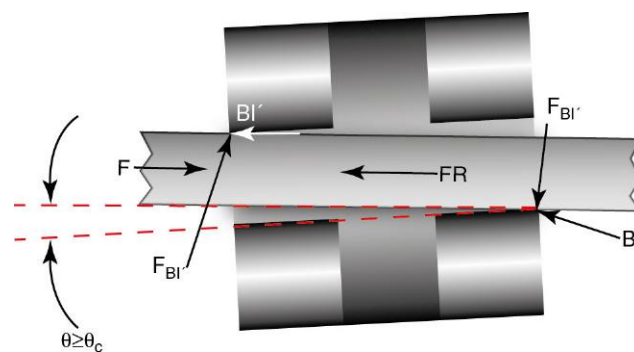
deslizamiento en función del ángulo de contacto entre el alambre y el bracket. Como muestra la figura 9-28, con un ángulo de contacto de 3° , la resistencia al deslizamiento se debía en su mayor parte a la fijación en el caso del alambre de acero, y casi la mitad a la fijación en el caso del alambre de M-NiTi. Con un ángulo de 7° o más, casi toda la resistencia se debía a la fijación en ambos casos.

Conclusión: en la fase inicial de alineación de los dientes, la resistencia al deslizamiento se debe a una combinación de la fricción y de la fijación, pero casi inmediatamente después (a menos que se permita que el diente se incline para mantener un ángulo de contacto reducido), la fricción disminuye tanto que resulta casi despreciable, y la resistencia al deslizamiento se debe casi totalmente a la fijación elástica.

Durante el movimiento ortodóncico de los dientes también es posible observar una fijación inelástica. Esta se produce cuando se forma alguna muesca en el borde del alambre (fig. 9-29). Cuando una muesca se engancha en el borde del bracket, el movimiento dental cesa hasta que la muesca se libera como consecuencia del desplazamiento funcional del diente (recuerde que los dientes se mueven durante su función al doblarse el hueso alveolar como consecuencia de las intensas fuerzas, y vuelven a su posición original cuando el hueso se retrae al cesar dichas fuerzas). Si tenemos en cuenta la presencia de ambos tipos de fijación, no nos sorprenderá que al observar el movimiento dental se comprueba que este se produce casi por completo en una serie de pasos escalonados, y no en un flujo regular.

Magnitud de la resistencia al deslizamiento

Probablemente, la información más importante que se puede extraer al analizar la resistencia al deslizamiento es la medición



Primer momento de la alineación: $RD = FR + BI$
Casi inmediatamente: $RD = BI$

FIGURA 9-27 Dado que la fijación es la causante de la mayor parte de la resistencia al deslizamiento (RD), al aumentar el ángulo de contacto entre el alambre y la esquina del bracket, la RD en la fase inicial de la alineación equivale a la suma de la fijación elástica (BI) y la fricción (FR), pero casi inmediatamente la proporción de la resistencia como consecuencia de la fijación supera la fricción, de manera que se puede ignorar el componente debido a la fricción; a efectos prácticos, la resistencia al deslizamiento se debe únicamente a la fijación (v. fig. 9-28).

de su magnitud, incluso en las mejores circunstancias posibles. Si hay que deslizar un canino a lo largo de un arco de alambre como parte del cierre de un espacio de extracción, y se necesita una fuerza neta de 100 g para mover ese diente, se necesitarán aproximadamente otros 100 g para vencer los efectos de la fijación y la fricción (fig. 9-30). Por consiguiente, la fuerza total que se

necesita para deslizar el diente es el doble de la que cabría esperar. Dado que dicha resistencia se debe en su mayor parte a la fijación, no se consigue cerrar antes el espacio sustituyendo una ligadura elastomérica por una tapa para el bracket, de manera que el alambre no contacte con el fondo del bracket.¹⁵

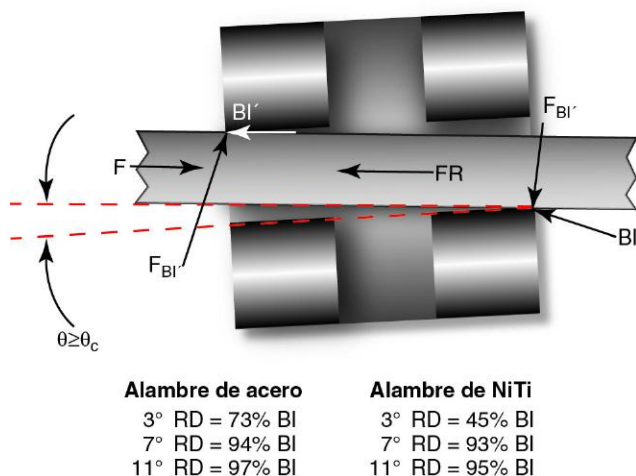


FIGURA 9-28 En estudios de laboratorio en los que se ha permitido que el bracket se incline en relación con el alambre por el que se desliza se ha podido comprobar que al ligar un alambre de acero de 21 × 25 a un bracket de acero con una fuerza de 200 g (de manera que se produce una gran cantidad de fricción), el 73% de la resistencia al deslizamiento se debía a la unión con un ángulo de contacto de 3°, y con un ángulo de 7° o más el 90% de la resistencia se debía a la fijación. Con un alambre de M-NiTi de las mismas dimensiones se observaba menos fijación con un ángulo de 3°, pero una fijación parecida con ángulos superiores. Podemos considerar que la resistencia achacable a la fricción es despreciable con unos ángulos de contacto que se alcanzan muy pronto al intentar deslizar un diente a lo largo de un alambre. (Tomado de Artículo LC, Kusy RP. Am J Orthod Dentofac Orthop 115:39-51, 1999.)

Por lo que se refiere al efecto sobre el anclaje ortodóncico, el problema que crea la resistencia al deslizamiento no se debe tanto a la misma como a la dificultad para determinar su magnitud. Para deslizar uno o varios dientes a lo largo de un arco de alambre, el odontólogo debe aplicar suficiente fuerza para vencer la resistencia y producir la respuesta biológica. No es fácil resistirse a la tentación de sobrevalorar dicha resistencia al deslizamiento, y añadir suficiente fuerza para estar seguros de que se producirá el desplazamiento dental. Cualquier fuerza por encima de la realmente necesaria para vencer la resistencia al deslizamiento tiene el efecto de elevar los dientes de anclaje hasta la meseta de la curva de movimiento dental (v. fig. 8-22). En ese caso, se producirá un movimiento innecesario de los dientes de anclaje o se requerirán medidas adicionales para mantener dicho anclaje (como tener que usar un casquete o tornillos óseos).

Si se dobla un bucle elástico en el arco de alambre, se activa para mover los dientes y después se liga fuertemente, lo que sucede es que los segmentos del arco de alambre se mueven y arrastran los dientes, en lugar de que los dientes se muevan en relación con el alambre. Los resortes de este tipo se denominan *resortes de retracción* cuando se fijan a un solo diente, o *bucles de cierre* cuando unen dos segmentos del arco de alambre (fig. 9-31). La incorporación de resortes a un arco de alambre complica considerablemente la fabricación y el uso clínico de un aparato, pero elimina el problema de tener que predecir la resistencia al deslizamiento.

Métodos para controlar el anclaje

De todo lo expuesto previamente en el capítulo 8 sobre los aspectos biológicos del anclaje y en el comentario precedente sobre los efectos de la fricción y la fijación se deduce que se pueden utilizar diferentes estrategias potenciales para controlar el anclaje. Casi todos los métodos posibles tienen una aplicación real en ortodoncia clínica, y en todos ellos influye la magnitud de

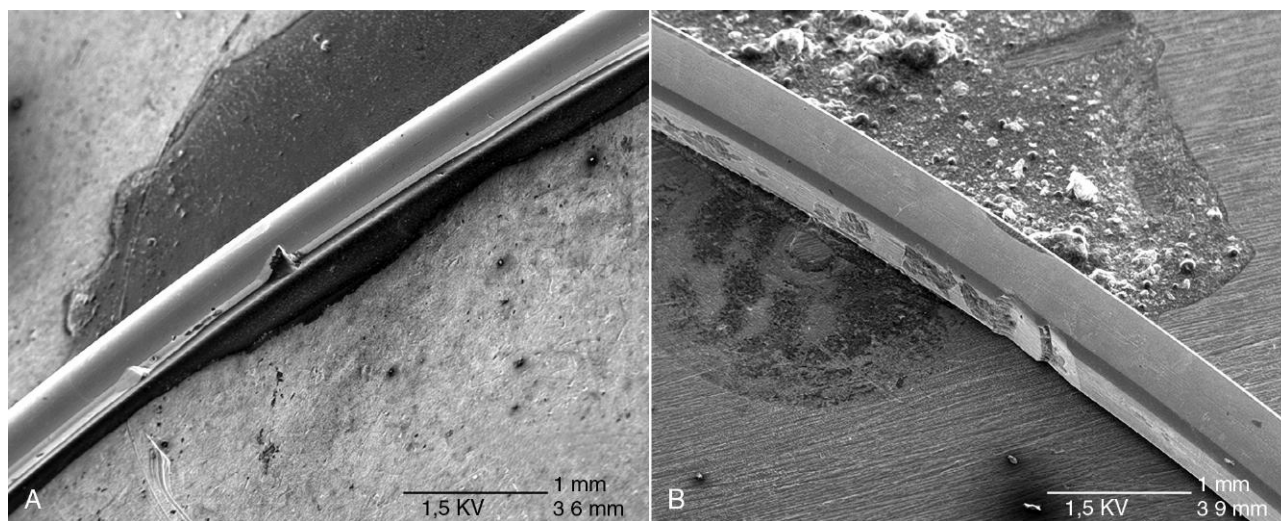


FIGURA 9-29 Imágenes obtenidas con el microscopio electrónico de barrido que muestran que el deslizamiento de un bracket a lo largo de un alambre (o de un alambre a través de un bracket) produce una deformación sorprendente de la superficie del alambre. **A.** Alambre de acero de 16 mil después de deslizarse por un bracket; obsérvese el importante desgarramiento que presenta el alambre. **B.** Alambre de acero de 21 × 25 tras el deslizamiento; se puede apreciar una serie de indentaciones. Cuando la esquina del bracket se engancha en zonas dañadas como estas, el diente detiene su movimiento hasta que la función masticatoria hace que se desprenda. (Por cortesía del Dr. Robert Kusy.)

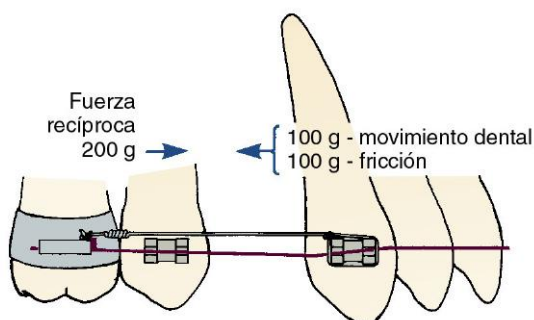


FIGURA 9-30 Para retraer un canino deslizándolo por un arco de alambre es necesario vencer una resistencia de magnitud desconocida, que se debe fundamentalmente a la fijación del alambre con los bordes del bracket. De los estudios realizados en el laboratorio se desprende la norma general de que la combinación de la fijación y la fricción equivale aproximadamente a la cantidad de fuerza necesaria para mover el diente; por consiguiente, se necesitaría aproximadamente una fuerza de 200 g para deslizar el canino por el alambre, y el anclaje posterior tendría que soportar esa cantidad de fuerza. En la práctica clínica, el control del anclaje plantea problemas debido a que se desconoce la verdadera resistencia al deslizamiento. Para garantizar el resultado clínico se añade una cantidad de fuerza bastante generosa, muy por encima de lo necesario para mover el diente, pero el exceso de fuerza incrementa el desplazamiento no deseado de los dientes de anclaje.

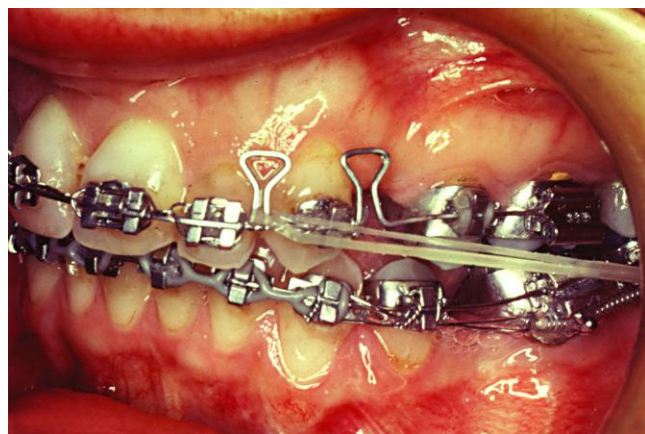


FIGURA 9-31 Se está utilizando un bucle de cierre para retraer los incisivos superiores, así como un resorte para deslizar los dientes inferiores por el arco de alambre de la arcada inferior. En este paciente de clase II, el bucle de cierre elimina la resistencia al deslizamiento como factor que pueda influir a la hora de mantener la posición de los dientes posteriores de la arcada superior, mientras que el cierre del espacio por deslizamiento en la arcada inferior y el elástico ligero de clase II ayudan a adelantar los dientes posteriores de la arcada inferior como parte del tratamiento para reducir el resalte.

la posible resistencia al deslizamiento que puedan encontrar. Consideremos estas estrategias con más detalle.

Refuerzo

El refuerzo que pueda necesitar un anclaje (añadiendo dientes a la unidad de anclaje) dependerá del movimiento dental que se desee. En la práctica, esto quiere decir que hay que determinar las necesidades de anclaje individuales en cada caso clínico. No obstante, una vez establecida la necesidad de un refuerzo, este suele

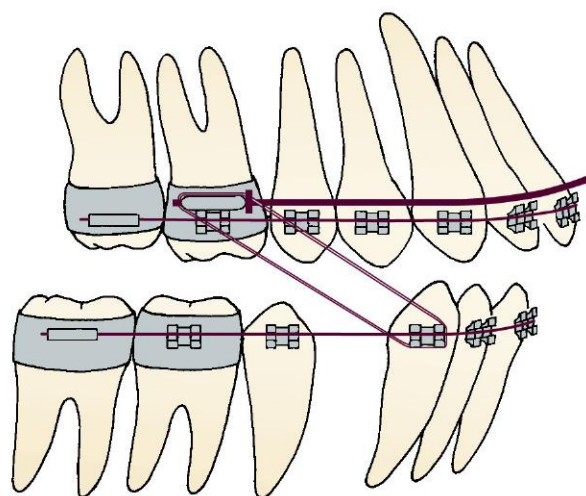


FIGURA 9-32 El anclaje puede reforzarse añadiendo más dientes del mismo arco a la unidad de anclaje, o tendiendo elásticos desde el arco contrario para conseguir el movimiento dental deseado, como el elástico intermaxilar que se representa en la figura. Se puede lograr un refuerzo adicional mediante una fuerza extraoral; por ejemplo, añadiendo un arco facial al molar superior para oponerse a la tracción anterior del elástico.

abarcar tantos dientes de la unidad de anclaje como sea posible. En el caso de un movimiento dental diferencial significativo, el cociente entre la superficie de LPD en la unidad de anclaje y en la unidad de movimiento dental debería ser como mínimo de 2:1 sin deslizamiento y de 4:1 con deslizamiento. Cualquier valor inferior producirá algo parecido a un movimiento recíproco, especialmente si no se controlan bien los niveles de fuerza.

Para reforzar satisfactoriamente el anclaje, puede que haya que añadir dientes del arco dental opuesto a la unidad de anclaje. Siguiendo con nuestro ejemplo del espacio de extracción de un premolar inferior, sería posible estabilizar todos los dientes del arco superior, de tal modo que solo se pudieran mover todos en masa, y seguidamente pasar un elástico desde el segmento posterior superior al anterior inferior, oponiendo de este modo el movimiento anterior de todo el arco superior al movimiento distal del segmento anterior inferior (fig. 9-32). Esta adición de todo el arco superior alteraría notablemente el equilibrio entre la retrusión de los dientes anteriores inferiores y el deslizamiento anterior de los dientes posteriores inferiores.

Este anclaje podría reforzarse todavía más, colocando al paciente un aparato extraoral (casquete) que ejerza una fuerza de tracción posterior sobre el arco superior. La fuerza de retrusión del casquete se disipa por los huesos de la bóveda craneal, y se añade la resistencia de estas estructuras a la unidad de anclaje. El único problema que plantea el refuerzo por fuera del arco dental es que los resortes de un arco proporcionan fuerzas constantes, mientras que los elásticos que van de un arco al otro suelen ser de tipo intermitente, y es probable que una fuerza oral sea todavía más intermitente. Aunque este factor de tiempo puede reducir significativamente el valor de los refuerzos extraorales y entre arcos dentales, ambos pueden tener bastante utilidad clínica.

Subdivisión del movimiento deseado

Una forma habitual de mejorar el control del anclaje consiste en oponer la resistencia de un grupo de dientes al movimiento

de uno solo, en lugar de dividir el arco dental en segmentos más o menos iguales. En nuestro ejemplo del espacio de extracción, sería perfectamente posible reducir la tensión sobre el anclaje posterior retrayendo el canino por separado, oponiendo su desplazamiento distal al movimiento mesial de todos los demás dientes del arco dental (fig. 9-33). Una vez retraído el canino, podríamos sumarlo a la unidad de anclaje posterior y retraer los incisivos. Este método tiene la ventaja de que la fuerza de reacción se disipa siempre sobre una gran superficie de LPD en la unidad de anclaje; pero solo si se mantiene una fuerza de retracción muy leve, tal como explicamos en el capítulo 8. Tendría el inconveniente de que el cierre del espacio en dos fases en lugar de una llevaría casi el doble de tiempo.

La subdivisión del movimiento dental mejora las condiciones del anclaje, independientemente de que se produzca deslizamiento y del lugar que ocupe el espacio de extracción en el arco dental. Si queremos deslizar hacia delante todos los dientes posteriores (en cuyo caso los dientes anteriores serán la unidad de anclaje), adelantarlos de uno en uno es el método más conservador. Por supuesto, al moverlos uno por uno con un asa provocaremos menos tensión sobre el anclaje que si los deslizamos uno por uno.

Inclinación/enderezamiento

Otra estrategia posible para controlar el anclaje consiste en inclinar los dientes y enderezarlos posteriormente, en lugar de moverlos en bloque. En nuestro ejemplo habitual del espacio de extracción, también serían necesarias dos fases en el tratamiento. En primer lugar, inclinaríamos distalmente los dientes anteriores, oponiéndolos al movimiento mesial en masa del segmento posterior (v. fig. 8-23). Permitiendo que los dientes se vayan inclinando al deslizarse por un arco de alambre podemos mantener un ángulo de contacto pequeño entre el alambre y el bracket, lo que limita la fijación y, por consiguiente, también la resistencia al deslizamiento. En una segunda etapa, enderezaríamos los dientes inclinados, desplazando distalmente las raíces de los caninos y torsionando lingualmente las de los incisivos, contando igualmente con el anclaje estacionario de los segmentos posteriores. Sería muy importante aplicar unas fuerzas lo más leves posible durante ambas etapas, de forma que los dientes del segmento posterior estuvieran siempre por debajo del límite óptimo de fuerzas y los dientes anteriores recibiesen las fuerzas idóneas.

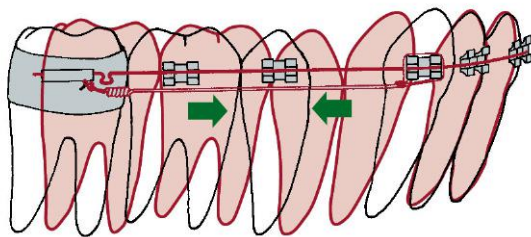


FIGURA 9-33 Es frecuente utilizar la retracción del canino por sí mismo como primera fase de un cierre de espacios en dos tiempos para mantener el anclaje, sobre todo cuando se deslizan los dientes por un arco de alambre.

Control del anclaje durante el cierre de espacios

En este momento conviene analizar un caso de extracción relativamente característico: cuando es aconsejable cerrar el espacio de extracción un 60% retrayendo los dientes anteriores y un 40% adelantando los segmentos posteriores (fig. 9-34). Podríamos conseguir este resultado con cualquiera de estos tres métodos: 1) cerrando el espacio en un solo paso, sin deslizamiento (por medio de bucles de cierre, de manera que los dientes se muevan junto con los segmentos de alambre, en lugar de deslizarse por los mismos); 2) cerrando el espacio en dos pasos, deslizando el canino en bloque por el arco de alambre y retrayendo después los incisivos (como en la técnica original de Tweed), o 3) cerrando el espacio en dos pasos, inclinando primero el segmento anterior con algo de fricción, y enderezando después los dientes inclinados (como en la técnica de Begg). (V. una descripción detallada de estas técnicas en el capítulo 15.) Este ejemplo pone de manifiesto las consecuencias de la fijación y la fricción en la práctica clínica: la mayor tensión sobre el anclaje cuando los brackets se deslizan por un arco de alambre debe compensarse con un método más conservador para controlar el anclaje. Por consiguiente, el precio a pagar es una mayor duración del tratamiento. Aunque son más difíciles de fabricar y de manipular, los bucles de cierre permiten cerrar el mismo espacio en mucho menos tiempo.

Las diferentes estrategias para controlar el anclaje se asocian a determinados aparatos ortodóncicos; de hecho, en muchos casos van literalmente incorporados al aparato. A veces se denomina *filosofía de un aparato* al método utilizado para controlar el anclaje que va implícito en el diseño de dicho aparato y, bien mirado, no resulta un nombre tan extraño.

Anclaje esquelético

El anclaje esquelético se obtiene mediante implantes, mediante miniplacas unidas con tornillos al hueso basal del maxilar superior o inferior, o únicamente mediante un tornillo con un canal

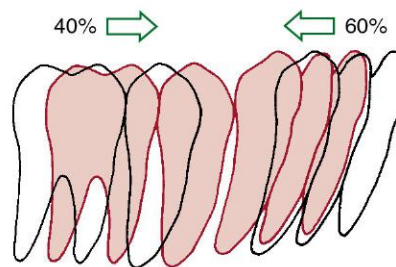


FIGURA 9-34 A menudo conviene cerrar el espacio de extracción de un premolar mediante un 60% de retracción de los incisivos y un 40% de avance del molar y del segundo premolar. Este resultado puede conseguirse directamente de tres formas: 1) cerrando el espacio en un solo tiempo con un mecanismo sin deslizamiento (bucle de cierre); 2) cerrando el espacio en dos tiempos con mecanismos deslizantes, retrayendo el canino de forma individual y posteriormente los cuatro incisivos en un segundo tiempo (el método clásico de Tweed), o 3) en dos tiempos con inclinación distal del canino y de los incisivos en una primera fase, y el enderezamiento posterior de estos dientes (el método clásico de Begg). Pueden conseguirse buenos resultados clínicos con los tres métodos. Con los aparatos ortodóncicos adecuados, la resistencia al deslizamiento en el cierre de espacios se traduce en mayor prolongación del tratamiento, más que en merma en la calidad de los resultados.



FIGURA 9-35 Pueden colocarse anclajes óseos retenidos mediante tornillos o tornillos con una cabeza que se extiende hacia el interior de la boca en las arcadas maxilar y mandibular para proporcionar anclaje esquelético para los movimientos dentales. Este método hace posible realizar movimientos dentales que de otra manera serían imposibles. **A.** Colocación de los tornillos para sujetar un anclaje óseo en la mandíbula. **B.** Anclajes colocados bilateralmente. **C.** Colocación quirúrgica de un anclaje palatino. **D.** Anclaje (Straumann OrthoSystem) en posición. **E.** Arco lingual de estabilización unido al anclaje, en preparación para la retrusión de los incisivos superiores protruyentes. **F.** Remoción de una pequeña zona de mucosa sobre el lugar en el que se va a colocar un tornillo óseo en el proceso alveolar maxilar. **G.** Tornillo TOMAS con un alambre de estabilización tendido desde un canal en la cabeza del tornillo hasta el tubo para el molar del casquete, utilizado para impedir el movimiento del primer molar superior mientras se desplaza el segundo molar en sentido distal. (**C-E**, por cortesía de los Dres. S. Cunningham y P. Thomas; **F y G**, por cortesía del profesor A. Bumann.)

para fijar un resorte que vaya colocado en el proceso alveolar (fig. 9-35). En conjunto, estos sistemas reciben el nombre de *dispositivos de anclaje temporal* (DAT). Estos dispositivos se describen en el capítulo 10, y en los capítulos 14 a 18 se explica su uso para conseguir algunos movimientos dentales que resultaban muy difíciles o incluso imposibles anteriormente. Utilizando un anclaje esquelético diseñado correctamente, no existe ningún problema de que se mueva ningún diente que no se desea mover, aunque todavía hay que tener presente la resistencia al deslizamiento a la hora de calcular la cantidad de fuerza que hay que aplicar sobre los dientes que se vayan a mover.

SISTEMAS DE FUERZAS DETERMINADOS E INDETERMINADOS

Las leyes del equilibrio establecen que para cada fuerza existe una fuerza de reacción equivalente y opuesta, y que además la suma de los momentos alrededor de un punto arbitrario cualquiera es igual a cero. En otras palabras, los momentos y las fuerzas generados por un sistema ortodóncico deben estar equilibrados en los tres planos del espacio. Puede resultar muy difícil visualizar todo el sistema de fuerzas ortodóncicas cuando hay varios dientes

implicados, pero es muy fácil que se produzcan movimientos dentales imprevistos e indeseados si se pasa por alto algún componente importante del sistema.

Los sistemas de fuerzas pueden definirse como estáticamente *determinados*, lo que significa que se pueden discernir, medir y valorar fácilmente los momentos y las fuerzas, o *indeterminados*. Estos últimos son demasiado complejos y no permiten medir con exactitud todas las fuerzas y los momentos que intervienen en el equilibrio. Por lo general, solo es posible determinar la dirección de los momentos netos y las magnitudes aproximadas de las fuerzas netas.

Ello plantea más problemas en ortodoncia que en la mayoría de las aplicaciones de ingeniería, debido a que la acción eventual de un aparato de ortodoncia se ve afectado por la respuesta biológica. Por ejemplo, la amplitud del movimiento dental dependerá en gran medida de la magnitud de las fuerzas que actúen sobre los dientes de anclaje y los dientes que se quiere mover, y no solo de la diferencia entre esas fuerzas. Si la fuerza aplicada a los dientes de anclaje es bastante intensa y los desplaza hasta la meseta de la curva de presión-respuesta, se producirá un movimiento recíproco, a pesar de que exista una diferencia en las presiones del LPD (v. fig. 8-22). Asimismo, la posibilidad de que se produzca una intrusión de los incisivos o una extrusión de los dientes posteriores depende casi totalmente de la magnitud de las fuerzas de intrusión y de extrusión, no de su dirección o de la diferencia entre ellas. Por consiguiente, los sistemas de fuerzas determinados son especialmente ventajosos en ortodoncia cuando es necesario controlar la magnitud de las fuerzas para conseguir la respuesta biológica deseada.

A efectos prácticos, los sistemas determinados en ortodoncia son aquellos en los que se crea un par en un extremo de una fijación, y solo una fuerza (no un par) en el otro extremo (es decir, sistema de un par). Ello significa que un alambre que actuará como un resorte se puede insertar en un tubo o un bracket por un extremo, pero solo debe tener un punto de contacto por el extremo opuesto (fig. 9-36). Al fijar el alambre a un bracket por ambos extremos se crea un sistema de dos pares estáticamente indeterminado.

Sistemas de un par

En la práctica ortodóncica pueden encontrarse sistemas de un par cuando se cumplen dos condiciones: 1) se coloca un resorte voladizo o un arco de alambre auxiliar en un bracket o un tubo. Generalmente, se fija a uno o varios dientes que forman parte de un segmento estabilizado (es decir, se está utilizando un anclaje reforzado), y 2) el otro extremo del resorte voladizo o el arco de alambre auxiliar está conectado a un diente o a un grupo de dientes que se van a mover, con un único punto de aplicación de la fuerza.¹⁶

Para analizar los dientes de la unidad de anclaje, se considera que la estabilización ha creado un único diente multirradicular de gran tamaño, con un solo centro de resistencia. Es importante unir con fuerza los dientes de una unidad de anclaje con un segmento de alambre estabilizador lo más rígido posible. Se unen a menudo los dientes posteriores de ambos lados con un arco lingual rígido, creando así un único segmento estabilizador posterior. Si se pretende mover más de un diente, también se debe unir el segmento a mover, de manera que los dientes formen una sola unidad.

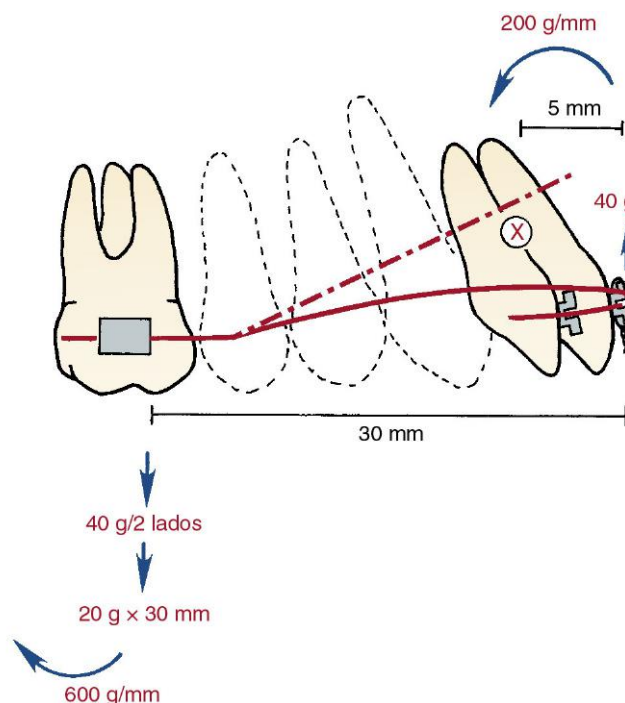


FIGURA 9-36 Un arco de intrusión de alambre rectangular, que encaja en un tubo rectangular sobre los molares y va ligado en un solo punto de contacto con el segmento incisivo, representa un buen ejemplo de sistema determinado de un par. Si se activa el arco de alambre haciéndolo bajar y ligándolo al segmento incisivo para que ejerza una fuerza de intrusión de 40 g (10 g por diente, 20 g por lado), y si la distancia entre el tubo del molar y el punto de fijación es de 30 mm, sobre cada molar actuará una fuerza de reacción extrusiva de 20 g y un momento de 600 g/mm, que inclinará distalmente la corona. En el segmento incisivo, la fuerza creará un momento de 200 g/mm, que hará rotar vestibularmente las coronas de los incisivos. Además, la fuerza de extrusión generará en cada molar un momento que hará rodar la corona en sentido lingual. Si el tubo bucal estuviera situado a 4 mm del centro de resistencia en dirección bucal, su magnitud sería de 80 g/mm.

Aplicaciones de los resortes voladizos

Los resortes voladizos se utilizan habitualmente para arrastrar hacia la arcada los dientes muy desplazados (impactados) (fig. 9-37). Estos resortes tienen la ventaja de un rango de acción muy amplio, de manera que la fuerza apenas disminuye según van desplazándose los dientes y se puede controlar muy bien la magnitud de la misma. No obstante, tienen dos inconvenientes: 1) como en cualquier aparato con un rango de acción muy amplio, los resortes voladizos no son seguros; si el paciente los deforma, es muy posible que induzcan un movimiento dental significativo en la dirección equivocada, y 2) el momento de la fuerza que actúa sobre un diente sin erupcionar hace rotar la corona lingualmente al intentar atraer el diente hacia el plano oclusal, un efecto indeseable si el diente ocupa ya una posición lingual respecto de su ubicación correcta (como sucede con la mayoría de los dientes que no han erupcionado). Aunque es posible añadir otra fuerza para resolver este problema, el sistema se complica rápidamente hasta el punto de que es muy difícil saber qué fuerzas y pares existen en cada momento. Si se fija el resorte voladizo a un bracket colocado en el diente sin erupcionar, de manera que se pueda crear un par que mejore el control, el sistema de fuerzas

se convierte en un sistema estáticamente indeterminado y ya no es posible conocer con exactitud la magnitud de las fuerzas.

Arcos auxiliares de intrusión/extrusión

Los sistemas de un par se utilizan sobre todo para la intrusión, en especial de los incisivos que han erupcionado en exceso. Con este objetivo, es esencial aplicar una fuerza muy leve sobre los dientes cuya intrusión se desea. Típicamente, un arco de intrusión utiliza un anclaje posterior (molar) contra dos o cuatro incisivos (fig. 9-38). Dado que la fuerza de intrusión debe ser muy leve, también lo será la fuerza de reacción contra los dientes de anclaje, muy inferior a las fuerzas necesarias para la extrusión y la inclinación, que constituirían los movimientos de reacción de los dientes de anclaje. La unión de los dientes mediante un arco lingual rígido previene la inclinación bucal de los molares. En los adultos también suelen sumarse los premolares a la unidad de anclaje.

Resultaría bastante sencillo activar un arco de alambre auxiliar si lo que se desea es la extrusión de los incisivos, no su intrusión.

Sin embargo, esta maniobra rara vez se utiliza en la práctica clínica. No obstante, la fuerza necesaria para la extrusión es 4-5 veces mayor que la empleada para la intrusión, de manera que la fuerza de reacción contra los dientes de anclaje también sería superior y estos últimos serían menos estables. Y lo que quizá sea más importante, cuando se pretende la extrusión, no es tan crucial el control exacto de la magnitud de la fuerza, que es la principal ventaja de los sistemas de un par. Si el objetivo buscado es la extrusión, puede no merecer la pena la complejidad adicional de la estabilización de los segmentos y de un arco de alambre auxiliar.

Sistemas de dos pares

Arcos utilitarios para la intrusión

Una forma muy sencilla de conocer el efecto de cambiar de un sistema de un par determinado a otro de dos pares indeterminado consiste en observar el efecto que se produce al ligar un arco de

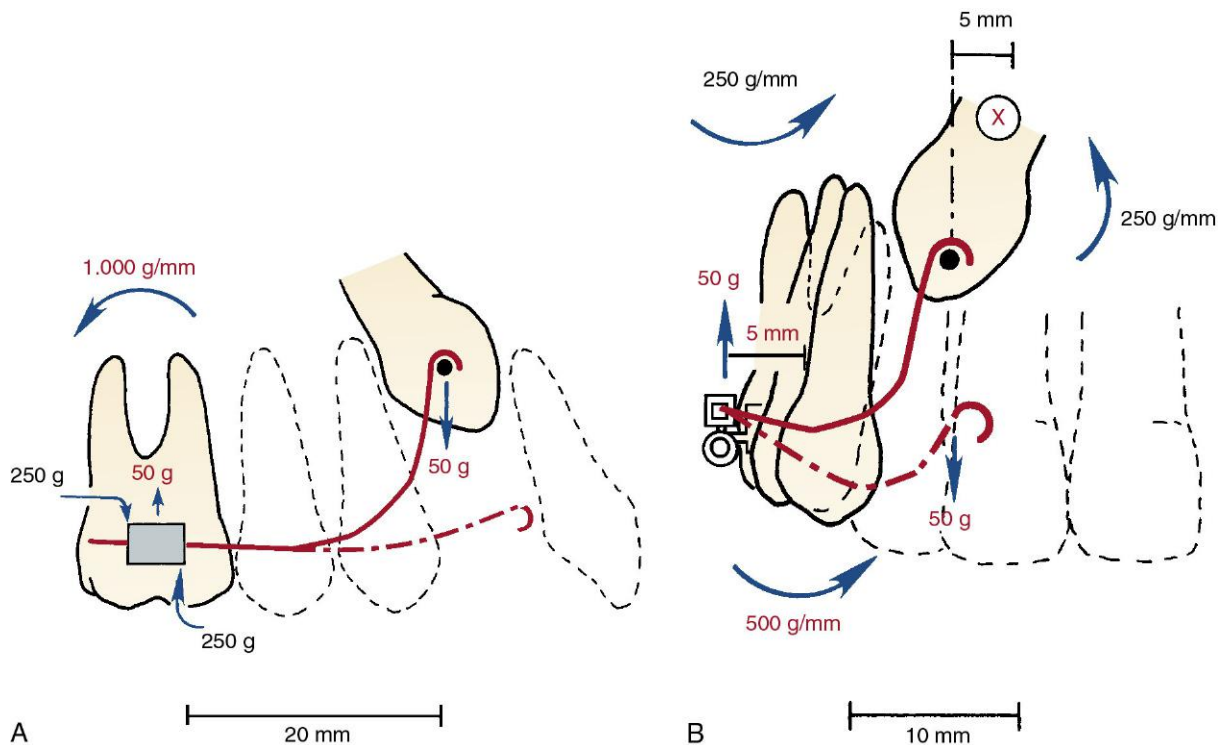


FIGURA 9-37 Un resorte en voladizo, fabricado con un alambre rectangular que encaja en un tubo (o un bracket) rectangular por un extremo y que está ligado a un punto de contacto por el otro, produce un sistema determinado de un par en el que se pueden conocer con exactitud las fuerzas y los momentos. **A.** Diagrama lateral del sistema de fuerzas creado por un resorte en voladizo para inducir la extrusión de un canino superior impactado. Si la distancia entre el tubo molar y un botón colocado sobre el canino al que se liga el resorte es de 20 mm, al aplicar una fuerza de extrusión de 50 g sobre el canino se crea una fuerza de intrusión de 50 g sobre el molar y también un momento de 1.000 g/mm, que hace rotar la corona del molar anteriormente alrededor de su centro de resistencia. Si el tubo del molar tiene una longitud de 4 mm, el momento se crearía con un par formado por una fuerza ascendente de 250 g en el extremo mesial del tubo y una fuerza descendente de 250 g sobre el extremo distal. **B.** Diagrama frontal del mismo sistema de fuerzas. Consideremos los momentos bucolinguales (de extrusión) creados por la fuerza sobre el molar y el canino. Si el centro de resistencia del canino se encuentra en una posición 5 mm lingual al botón de su corona, una fuerza de extrusión de 50 g crea un momento de 250 g/mm, que hace rotar la corona en el sentido lingual (un efecto por lo general indeseable). Si el centro de resistencia en el molar se encuentra en un punto 4 mm lingual al tubo de la superficie bucal, la fuerza de intrusión de 50 g genera un momento de 200 g/mm, que hace rotar la corona en sentido vestibular. No obstante, si el canino impactado se encuentra 10 mm lingual a la superficie bucal del molar, la activación del resorte también lo hace girar, creando un momento de torsión de 500 g/mm, rotando la corona del molar en sentido lingual. El resultado en el molar es un momento neto de 300 g/mm, que hace girar la corona del molar en sentido lingual y las raíces en sentido bucal. Si se ligara el resorte rectangular a un bracket colocado sobre el canino, se podría generar un momento para torcer su raíz en sentido vestibular, pero el sistema de dos pares resultante sería de tipo indeterminado, con lo cual ya no podrían conocerse con exactitud las fuerzas y los momentos.

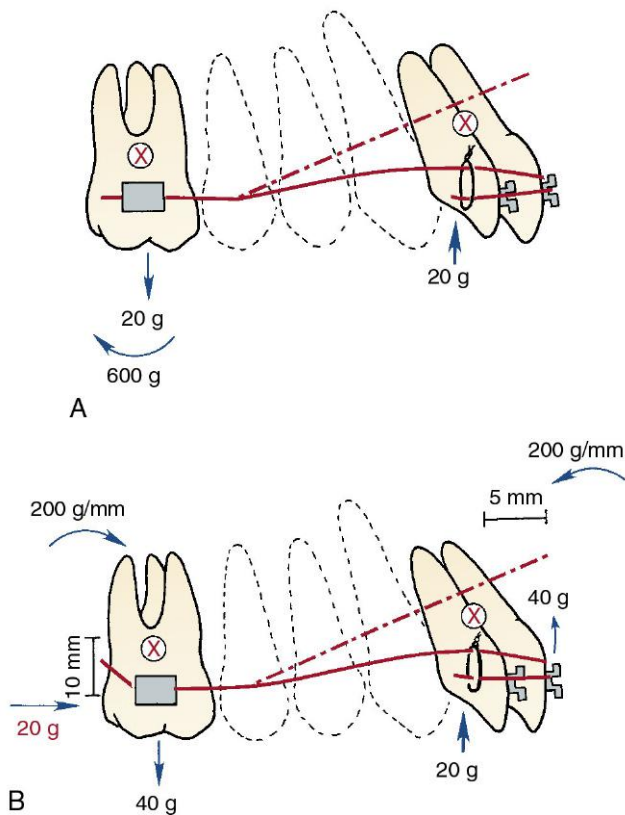


FIGURA 9-38 Dos factores que influyen en el efecto de un arco de intrusión son la relación entre el punto de aplicación de la fuerza y el centro de resistencia del segmento incisivo, y el hecho de que los incisivos tengan o no libertad para inclinarse en sentido vestibular durante su intrusión, o que sea o no necesario fijar el arco para producir una torsión radicular lingual. **A.** Un arco de intrusión puede ligarse a cualquier punto del segmento incisivo. Si se liga por detrás del bracket del incisivo lateral, la fuerza se aplica en línea con el centro de resistencia, y no se genera ningún momento que haga rotar los incisivos en sentido vestibulolingual. El efecto sobre el molar de anclaje sería el mismo que si el arco de intrusión se ligara a la línea media (v. fig. 9-36). **B.** Si se ligara el arco de intrusión a la línea media y se fijara de modo que no pudiera deslizarse anteriormente por el tubo del molar, el efecto sería una torsión radicular lingual de los incisivos durante su intrusión. Para alcanzar el equilibrio es necesario que las fuerzas y los momentos estén equilibrados, de manera que el momento sobre los incisivos quedaría compensado por un momento similar sobre los molares de anclaje. Cada uno recibiría un momento de 100 g/mm, que desplazaría mesialmente la corona, para lo cual se necesitaría una fuerza de 10 g en el punto distal del tubo del molar si la distancia del tubo al centro de resistencia del molar fuera de 10 mm.

intrusión a unos brackets en los incisivos, en vez de ligarlo a un contacto de un solo punto.¹⁷ Este cambio se consigue con el arco utilitario, popularizado por Ricketts y recomendado para la intrusión de los incisivos. Se fabrica con alambre rectangular para que no se enrolle en los tubos molares, evita los caninos y los premolares y (a diferencia del arco de intrusión de un solo par) se liga a los brackets de los incisivos (es decir, es un arco de alambre de 2×4 fijado a dos molares y cuatro incisivos). El amplio espacio resultante proporciona unas propiedades excelentes de desviación de cargas, con lo cual pueden conseguirse las fuerzas de baja intensidad necesarias para la intrusión. Los arcos de intrusión de un solo par puedan tener un aspecto bastante

parecido. Las diferencias surgen cuando se liga el arco utilitario a los brackets de los incisivos, y se crea un sistema de dos pares.

Una vez activado el arco utilitario para inducir la intrusión, el momento de fuerza intrusivo inclina las coronas en sentido vestibular (fig. 9-39). Es posible evitar la inclinación vestibular aplicando fuerza para retraer los incisivos, lo que genera un momento de dirección contraria. Para conseguirlo, se puede asegurar o fijar el arco utilitario de intrusión. Aunque la fuerza de retrusión podría ser muy leve, es probable que cualquier fuerza necesaria para desplazar mesialmente los dientes de anclaje sea indeseable.

Existe otra estrategia muy obvia para controlar la inclinación vestibular: retorcer el segmento anterior del arco utilitario para inducir la torsión lingual de los incisivos y acentuar la torsión al apretar el extremo del alambre en el tubo molar. Examinemos los efectos de esta maniobra (v. fig. 9-39, B y C). Uno de los efectos del par dentro del bracket es el incremento de la fuerza de intrusión sobre los incisivos, y también la fuerza de reacción extrusiva sobre los molares. Aunque se pueda asegurar que la magnitud de la fuerza de intrusión aumentará, es imposible saber cuánto. A menudo no es posible prever un aumento de la magnitud de las fuerzas de reacción a partir de ese cambio en el arco de alambre, aparentemente sin relación. El segundo problema consiste en que se desconoce la magnitud exacta de las fuerzas de reacción, lo que impide ajustar con precisión el arco de alambre, incluso cuando se puede prever el aumento. Ambos efectos ayudan a explicar el hecho de que los arcos utilitarios suelen producir una intrusión decepcionante de los incisivos, si se la compara con la extrusión de los molares.

Dobles simétricos y asimétricos

Al insertar un alambre en dos brackets, las fuerzas del equilibrio siempre actúan sobre ambos. Para analizar esta situación podemos considerar dos grupos de dientes unidos para crear el equivalente a un único diente multirradicular como si hubiera solo un bracket para cada grupo. Existen tres posibilidades para incluir un doblez en el alambre con el objetivo de activarlo:

- Doble en V simétrico, que crea pares iguales y opuestos en los brackets (fig. 9-40). Las fuerzas de equilibrio asociadas que se generan en cada bracket también son iguales y opuestas y, por consiguiente, se anulan entre sí. Un doblez en V asimétrico no debe situarse necesariamente entre dos dientes o dos grupos de dientes; lo importante es que genere pares equivalentes en ambos extremos. Estos pares dependen de la anchura y la alineación de los brackets, y por esta razón hay que extremar las precauciones cuando se colocan dobleces en V simétricos antes de que los dientes estén correctamente alineados. Por otra parte, diversos estudios han demostrado que si se va a colocar un doblez en V simétrico entre los dientes posteriores y anteriores, habrá que colocarlo más cerca del segmento posterior debido a la curvatura del arco de alambre. Por último, los pares equivalentes y opuestos tienen la ventaja de que no generan ninguna fuerza de reacción neta, aunque estos pares iguales no producirán un movimiento dental equivalente si el anclaje de una sección es mucho mayor que el de la otra.
- Doble en V asimétrico, que crea pares desiguales y opuestos, y unas fuerzas netas en equilibrio que inducirían la intrusión de una unidad y la extrusión de la otra (fig. 9-41). Aunque no se puede saber con exactitud la magnitud de las fuerzas

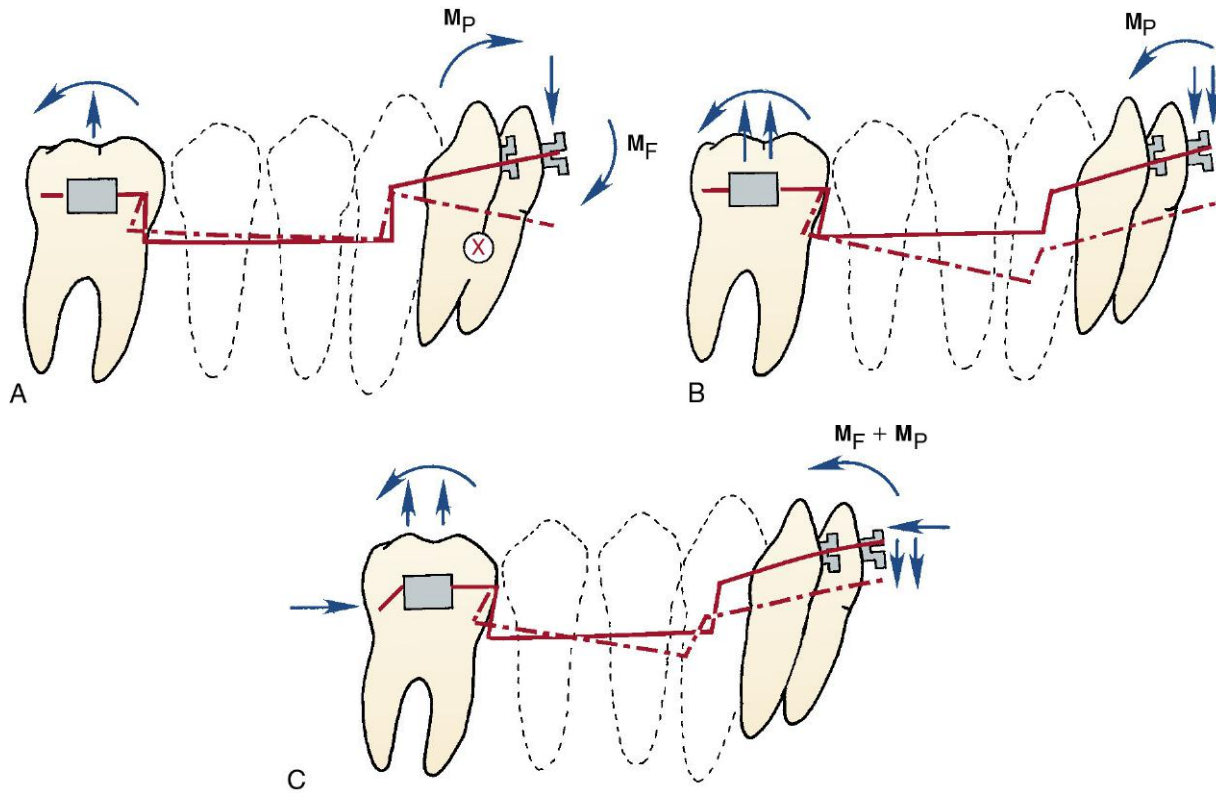


FIGURA 9-39 Un arco utilitario suele actuar como un arco de intrusión en una configuración de dos pares, que se consigue al inclinar el arco de intrusión rectangular dentro de los brackets de los incisivos. Tras efectuar esta maniobra, no es posible conocer la magnitud de las fuerzas y los pares, pero la activación inicial del arco debería suministrar unos 40 g sobre el segmento incisivo para la intrusión. **A.** La activación del arco utilitario mediante su colocación en los brackets genera la fuerza de intrusión, con una fuerza de reacción de la misma magnitud sobre el molar de anclaje y un par que inclina la corona distalmente. Se crea en los incisivos un momento que inclina las coronas en sentido vestibular (M_F), debido a la distancia recorrida por los brackets con respecto al centro de resistencia, y un momento adicional en la misma dirección por el par dentro del bracket (M_P) al variar la inclinación del alambre al introducirlo en los brackets. No se puede conocer el momento de este par, pero tiene gran importancia clínica porque influye en la magnitud de la fuerza de intrusión. **B.** Al colocar un bucle de torsión en el arco utilitario, se crea un momento para mover las coronas lingualmente, controlando la tendencia de los dientes a inclinarse vestibularmente durante su intrusión, pero también incrementa la magnitud de la fuerza de intrusión sobre el segmento incisivo y de la fuerza de extrusión y el par sobre el molar. **C.** La sujeción del arco utilitario crea una fuerza que mueve los incisivos lingualmente, y un momento de esta fuerza se opone al de la fuerza de intrusión. Se crea en el molar una fuerza que lo mueve mesialmente, así como un momento que lo inclina también mesialmente. Es difícil determinar cuál de los momentos prevalecerá, o si la fuerza de intrusión es la adecuada, en especial cuando existe todavía un bucle de torsión. Con este sistema de dos pares es muy fácil que las fuerzas verticales tengan una intensidad superior a la deseada y que modifiquen el equilibrio entre la intrusión de los incisivos y la extrusión de los molares. (Reproducido a partir de Davidovitch M, Rebellato J. *Semin Orthod* 1:25-30, 1995.)

implicadas (después de todo, es un sistema indeterminado), es posible determinar la magnitud relativa de los momentos y la dirección de las fuerzas de equilibrio asociadas. El bracket con mayor momento tenderá a rotar más que el que lo tenga menor, y ello indicará la dirección de las fuerzas de equilibrio. Colocando el segmento corto del alambre en el bracket es posible visualizar la dirección de las fuerzas de equilibrio. Al aproximarse el doblez a una de las dos unidades iguales, el momento aumenta en la unidad más cercana y disminuye en la más alejada, mientras aumentan las fuerzas de equilibrio.

- En la mayoría de los estudios sobre dobleces en V asimétricos se observa un punto en el que no se detecta ningún momento en el bracket distante, únicamente una sola fuerza. Cuando el doblez se acerca a un bracket a una distancia menor, los momentos en ambos brackets apuntan en la misma dirección, y aumentan aún más las fuerzas de equilibrio. Sin embargo, la posición de este punto varía según los diferentes estudios, desde un tercio de la distancia en el alambre a la imposibilidad

de encontrarlo aunque se coloque el doblez justo junto a una unidad de anclaje. La dificultad para localizar este punto (y, por consiguiente, para predecir con seguridad el efecto que tendrá la inserción del doblez) es otra prueba de la importancia que tiene un análisis minucioso de lo que sucede en la práctica clínica para evitar efectos secundarios indeseables.

- Dobleces en escalón, que crea dos pares en la misma dirección, independientemente de su posición entre los brackets (fig. 9-42). La posición de un doblez en V es una variable que influye de forma crucial en su efecto, pero la de un doblez en escalón apenas influye en la magnitud de los momentos o las fuerzas de equilibrio.

En la tabla 9-3 se muestra la relación general entre la posición de los dobleces y las fuerzas y los momentos. Con los dobleces en V, la fuerza aumenta constantemente al alejarse el acodamiento del centro. Con los dobleces en escalón, dado que los pares apuntan en la misma dirección, la fuerza es mayor que la que produciría un doblez en V simétrico.

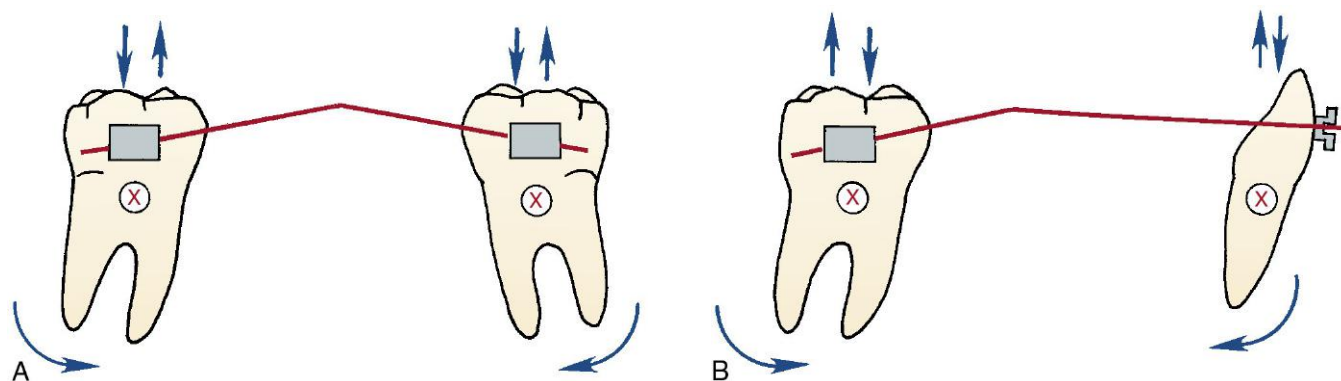


FIGURA 9-40 A. Cuando se sitúa un doblado en V simétrico en el punto medio entre dos unidades con la misma resistencia al movimiento, se crean momentos iguales y opuestos, y las fuerzas de intrusión/extrusión se anulan entre sí. B. Para crear pares iguales y opuestos entre dos unidades con distinta resistencia al movimiento, hay que desplazar el doblado en V hacia la unidad que oponga mayor resistencia, de modo que un doblado en V simétrico entre un incisivo y un molar se desviaría hacia el molar. Hay que conocer el valor aproximado de anclaje de los dientes o unidades de la arcada dental para calcular la posición adecuada de los dobleces en V simétricos o asimétricos.

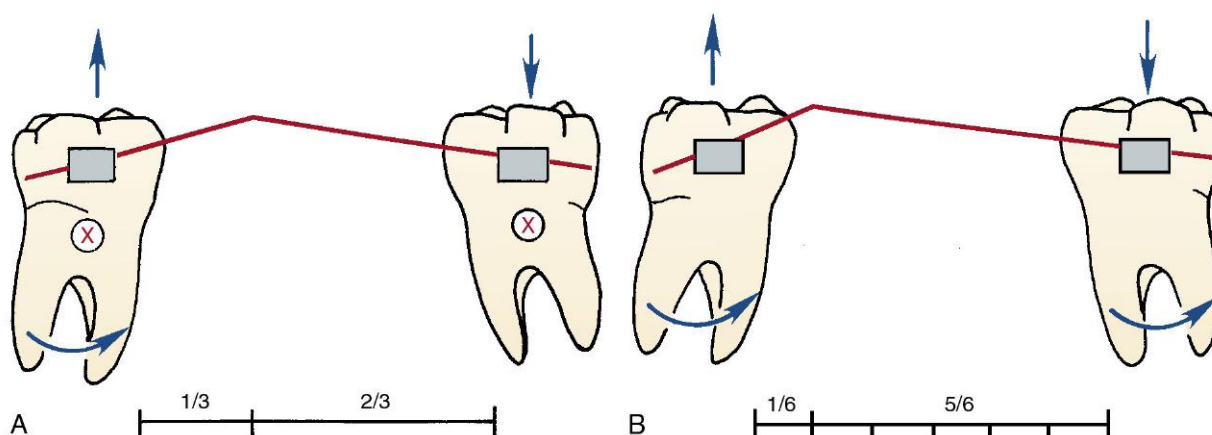


FIGURA 9-41 A. Un doblado en V asimétrico crea un momento mayor en un diente o unidad que en el otro. Al acercar el doblado a un diente, aumenta el momento sobre el mismo y disminuye el momento sobre el diente distante. Cuando el doblado se encuentra a un tercio de la distancia entre los brackets, el diente más alejado (a la derecha de la figura) solo soporta una fuerza, no un momento. B. Si el doblado se acerca a uno de los dientes a menos de un tercio de la separación, se crea sobre ambos dientes un momento de la misma dirección, en vez de momentos opuestos. Un doblado en V para colocar en paralelo las raíces de los dientes adyacentes no obtendría este resultado si el doblado se situara demasiado cerca de uno de los dientes.

Fuerzas y pares creados mediante dobleces entre brackets

En condiciones de laboratorio, pueden valorarse experimentalmente las fuerzas y los pares creados en un sistema de dos pares por los dobleces entre los brackets.¹⁸ Con un alambre de acero de 16 mil y una distancia entre brackets de 7 mm (aprox. la que se podría encontrar entre unos incisivos centrales con brackets gemelos o entre los brackets de unos premolares y unos caninos estrechos), un doblado en escalón de solo 0,35 mm produciría fuerzas de intrusión/extrusión de 347 g y unos pares de 1.210 g/mm en la misma dirección (v. tabla 9-3). Con un doblado en escalón de 0,8 mm se produciría una deformación permanente del alambre. Dado que una fuerza de esta magnitud es excesiva para la intrusión, es evidente que prevalecerá la extrusión.

Las intensas fuerzas verticales producidas por lo que los ortodoncistas considerarían unos dobleces modestos en un arco de alambre ligero de acero de 16 mil explican el hecho de que la respuesta a los dobleces en escalón en los arcos de alambre continuos sea la extrusión. Un doblado en V asimétrico cuyo vértice

se sitúe 0,35 mm por encima del plano de los brackets produce unos pares de 803 g/mm, sin fuerzas netas de intrusión/extrusión en la posición de un tercio de la distancia. En la posición de un sexto se generan fuerzas de intrusión/extrusión superiores a 900 g, con momentos muy grandes (v. tabla 9-3), de manera que en este caso el resultado también sería una extrusión, junto con desplazamiento de las raíces.

Los momentos y las fuerzas disminuyen considerablemente al aumentar la distancia entre los brackets. Por ejemplo, el mismo doblado en escalón de 0,35 mm que producía 347 g con una separación entre brackets de 7 mm, produce solo 43 g con una separación de 14 mm (que sigue siendo excesiva para la intrusión). Aunque se utilicen arcos de alambre flexibles, normalmente se necesita una separación entre brackets equivalente a la distancia del primer molar al incisivo lateral para obtener la pequeña fuerza necesaria para la intrusión (esta es la razón por la que los arcos de intrusión evitan los premolares y los caninos).

Cuando la separación es mayor, la posición de los dobleces en V no es tan importante. Con una separación entre brackets de

TABLA 9-3

Sistemas de fuerzas de los dobleces en V y en escalón

	Porcentaje de la distancia total hasta el bracket más próximo	Momento del diente lejano/momento del diente cercano	Condición general de fuerza	DATOS EXPERIMENTALES: ACERO DE 16, SEPARACIÓN DE 7 MM, DOBLEZ DE 0,35 MM	
				Fuerza (g)	Momento (g/mm)
Doble en escalón					
	Todo	1	XX	347	1.210/1.210
Doble en V					
	0,5	−1	Nula	0	803/803
	0,4	−0,3	X		
	0,33	0	XX		
	0,29			353	2.210/262
	0,2	0,3	XXX		
	0,14			937	4.840/1.720
	0,1	0,4	XXXX		

Tomado de Burstone CJ, Koenig HA. Am J Orthod Dentofac Orthop 93:59-67, 1988.

X-XX-XXX-XXXX indica los niveles relativos de fuerza generados en las distintas localizaciones del doblez en V.

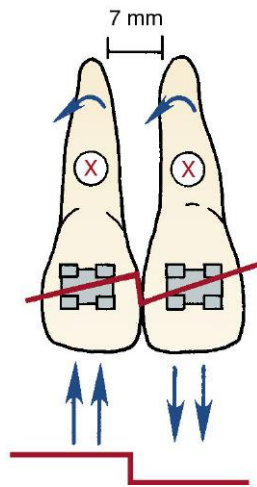


FIGURA 9-42 Un doblez en escalón entre dos dientes produce una fuerza de intrusión sobre un diente y una fuerza de extrusión sobre el otro, creando sendos pares en la misma dirección. A diferencia de los dobleces en V, la fuerza y los pares apenas varían cuando el doblez en escalón se aleja del punto medio.

7 mm, si se desplaza un doblez en V solo 1,2 mm de su posición centrada, quedaría en la posición de un tercio, que eliminaría totalmente el momento sobre el bracket distante. Con una separación de 21 mm, ese mismo error sería casi despreciable. Por consiguiente, es mucho más sencillo controlar los sistemas de dos pares cuando las distancias entre las fijaciones son relativamente amplias, como sucede cuando los alambres solo se unen a los molares y a los incisivos en una disposición de 2×4 , o a segmentos posteriores y anteriores.

Un alambre de dos pares de 2×4 presenta una complejidad aún mayor, ya que se producen efectos tridimensionales cuando el alambre rodea la arcada desde los molares hasta los incisivos. Ello dificulta considerablemente el análisis de los dobleces de torsión.

Utilizando un modelo de análisis finito, Isaacson et al. comprobaron que los principios generales del análisis bidimensional siguen teniendo validez al efectuar un análisis tridimensional.¹⁹ Sin embargo, en un alambre de gran separación como un arco utilitario, un doblez en V en el molar produce un momento y unas fuerzas de equilibrio asociadas significativamente inferiores al mismo doblez en V situado a la misma distancia del segmento incisivo. Además, en el análisis 3-D no se produce la inversión de los momentos, de manera que tienen la misma dirección en el molar y el incisivo cuando el doblez en V se acerca más de un tercio de la distancia al molar o a los incisivos. La consecuencia es que el efecto de los arcos utilitarios con dobleces complejos es aún menos predecible.

Arcos de alambre de dos pares para modificar la inclinación de los incisivos

Un sistema de dos pares para modificar la inclinación de los incisivos puede servir para producir inclinación o torsión.²⁰ El cambio de la inclinación es el mismo para la inclinación o la torsión; la diferencia radica en que se mueva la corona o la raíz. Si se activa un alambre tendido entre los molares y los incisivos para hacer girar los incisivos sobre sus centros de resistencia, las coronas se moverán en dirección vestibular cuando el alambre pueda deslizarse libremente por el tubo del molar (fig. 9-43, A). En ocasiones, esto representa un buen sistema para inclinar vestibularmente los incisivos superiores para corregir una mordida cruzada anterior en la dentición mixta (v. capítulo 13).

Si se sujeta el alambre (v. fig. 9-43, B), el efecto será una torsión lingual de las raíces de los incisivos, y se creará una fuerza de reacción que moverá mesialmente los molares. También se producirán intrusión e inclinación lingual de los molares. Para la torsión radicular de los incisivos, el amplio rango de acción que proporciona un sistema de dos pares de 2×4 no representa necesariamente una ventaja, sobre todo cuando no hay nada para controlar los efectos laterales verticales sobre

los incisivos. En los pacientes con inclinación lingual de los incisivos centrales superiores (p. ej., en la maloclusión de clase II, división 2), pueden obtenerse mejores resultados con un arco de torsión de un par con todos los demás dientes como anclajes (fig. 9-44).

Correcciones de la mordida cruzada posterior: movimiento transversal de los dientes posteriores

Para tratar una mordida cruzada posterior dental que requiera expansión o constricción de los molares pueden utilizarse arcos de alambre de dos pares.²¹ En este caso, el segmento anterior se convierte en el anclaje y lo que se busca es el movimiento de uno o ambos primeros molares (fig. 9-45). Es necesario incorporar los caninos al segmento de anclaje (es decir, se requiere un aparato de 2×6 en vez de uno de 2×4). También se necesita un alambre alargado que evite los molares para poder conseguir la magnitud de las fuerzas y el control de los momentos necesarios. Para corregir una mordida cruzada unilateral puede efectuarse una expansión o constricción asimétrica, y a menudo esta es la indicación para emplear este método. Como otras aplicaciones de los sistemas de dos pares, el amplio rango del aparato significa que es posible mover los dientes a una distancia considerable con una sola activación del mismo. Por supuesto, el inconveniente es que el sistema es muy inseguro.

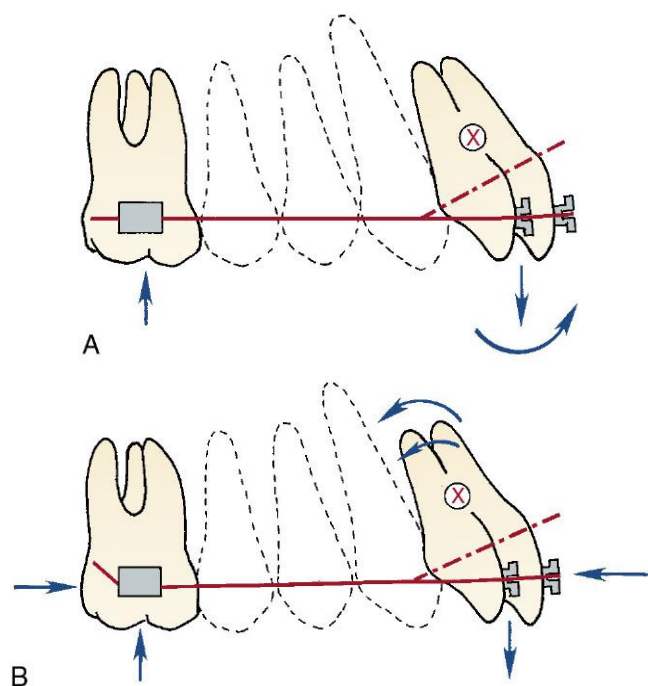


FIGURA 9-43 Un doblez en V asimétrico en un alambre rectangular, tendido entre los primeros molares y el segmento incisivo, produce un momento que hace rotar los incisivos en sentido vestibulolingual, con una fuerza de intrusión, pero sin momento sobre los molares, y una fuerza de extrusión sobre los incisivos. **A.** Si el arco de alambre se puede deslizar libremente por el tubo molar, el resultado es la inclinación anterior y la extrusión de los incisivos. En ocasiones, este es un efecto deseable para corregir una mordida cruzada anterior en la dentición mixta. **B.** Si se ciñe el arco de alambre por detrás del molar para que no se pueda deslizar, el efecto conseguido es la torsión radicular lingual y la extrusión de los incisivos, así como una fuerza mesial sobre los molares.

Arcos linguales como sistemas de dos pares

Otro ejemplo de sistema de dos pares es un arco lingual transpalatino (o un arco lingual inferior que no toque los dientes anteriores).²² Los arcos linguales suelen utilizarse para prevenir el movimiento dental, más que para inducirlo. Ya se ha comentado anteriormente la necesidad de emplear un arco lingual para estabilizar segmentos posteriores en muchas circunstancias. Cuando se utiliza un arco lingual para mover los dientes, se requieren propiedades elásticas, lo que significa que se precisa alambre de un tamaño o un material diferente para un arco lingual activo, no de estabilización. Independientemente del material del arco lingual y del tipo de fijación, su diseño de dos pares permite predecir el efecto de los dobleces en V simétricos y asimétricos, y en escalón. Conviene a menudo rotar los primeros molares superiores para desplazar vestibularmente la cúspide mesiobucal. Esto puede conseguirse en ambos lados con dobleces simétricos, o unilateralmente con un doblez asimétrico (fig. 9-46). La activación asimétrica tiende a rotar el molar por el lado más cercano al doblez y a moverlo mesialmente, mientras que el molar del lado contrario se desplaza distalmente.

Es muy tentador pensar que con este tipo de activación del arco lingual transpalatino siempre se consigue un movimiento distal neto de los molares superiores, y se ha sugerido que es posible distalizar un molar y rotar el otro, y a continuación invertir el proceso

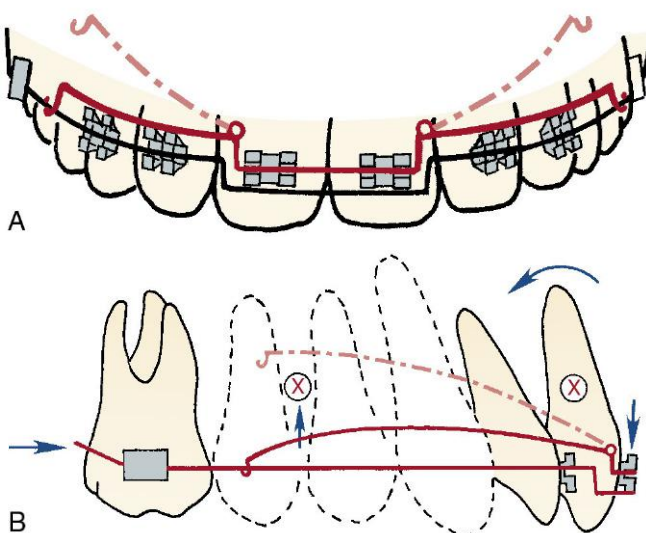


FIGURA 9-44 Para conseguir la torsión de unos incisivos centrales superiores muy enderezados (p. ej., en una maloclusión de clase II, división 2) puede ser muy eficaz un arco de torsión de un par diseñado por Burstone. **A.** Se coloca un arco estabilizador grueso sobre todos los dientes, excepto los incisivos centrales, moldeado de tal forma que pase por debajo de los brackets de los incisivos centrales y contacte con la superficie de los mismos, y se sujeta a los molares. A continuación, se liga un alambre a los brackets de los incisivos centrales y se activa doblándolo hacia abajo y enganchándolo entre el primer y el segundo molar, para producir el momento deseado. **B.** Dado que el arco de alambre estabilizador impide la inclinación vestibular y la extrusión de los incisivos centrales, el resultado es una torsión lingual con una fuerza óptima en un rango muy amplio. La fuerza de reacción que induce la intrusión de los demás dientes y los desplaza anteriormente se distribuye por los dientes restantes, limitando la reacción.

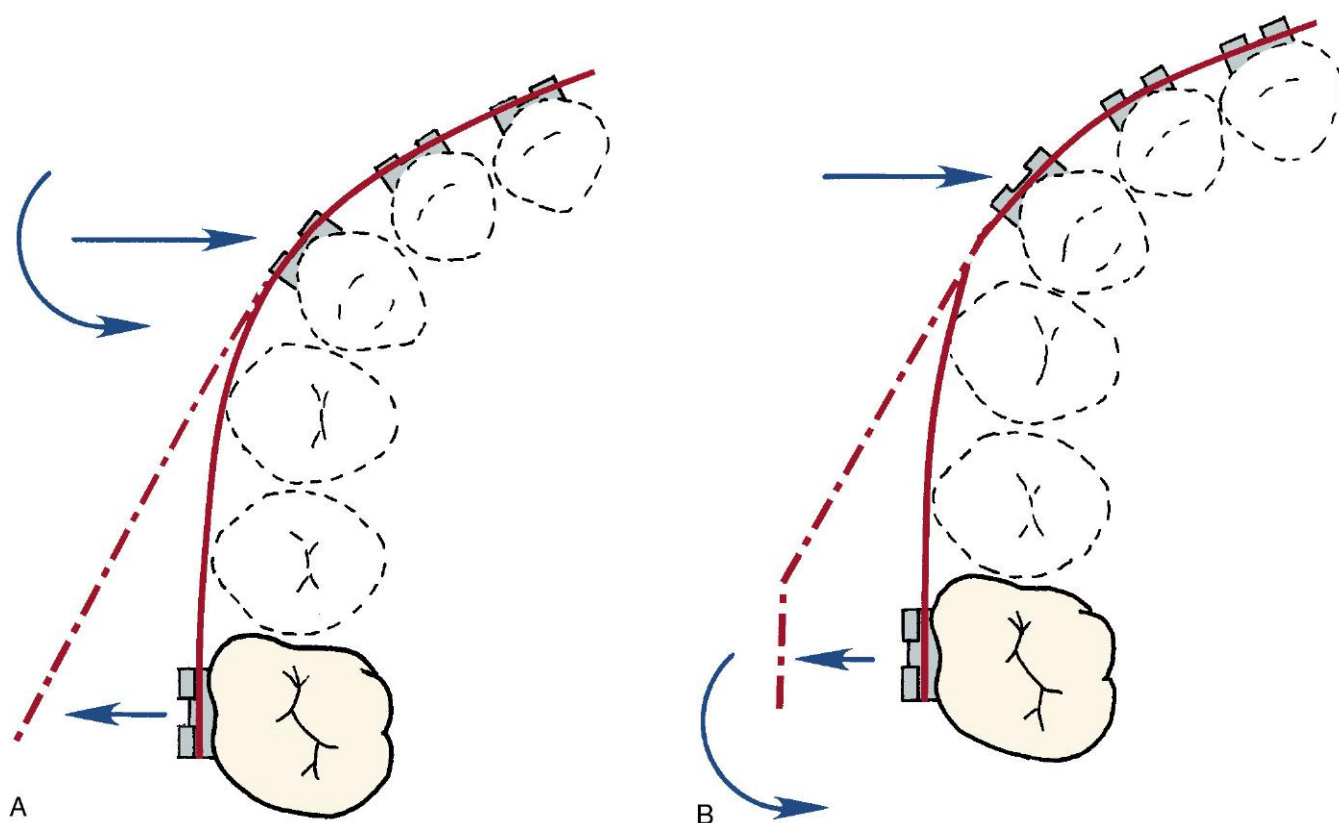


FIGURA 9-45 Se puede utilizar un aparato de 2×6 para producir un movimiento transversal de los primeros molares permanentes. En estas circunstancias, el segmento anterior se convierte en el anclaje, y es importante añadir los caninos a la unidad de anclaje, si bien no es posible ligar los molares al arco de alambre sin anular su eficacia. Se requiere una gran separación entre el canino y el molar para producir la fuerza y los momentos deseados en este sistema de dos pares. **A.** Un doblez exterior unos milímetros por detrás del bracket del canino induce sobre todo expansión del molar, sin apenas rotación (con segmentos desiguales, esto aproxima la posición de un tercio entre las unidades del sistema de dos pares). **B.** Un doblez exterior por detrás del canino, combinado con un doblez convergente en el molar, induce expansión y rotación externa mesial del molar. (Reproducido a partir de Rebellato J. *Semin Orthod* 1:37-43, 1995.)

haciendo recular ambos dientes. Sin embargo, la experiencia nos demuestra que es poco probable conseguir un movimiento distal significativo más allá de la rotación de las cúspides bucales; el movimiento mesial del molar de anclaje es totalmente factible y de hecho bastante probable.²³

También es posible activar un arco lingual para torcer las raíces en sentido vestibular o lingual (fig. 9-47). La torsión simétrica al expandir los molares produce un movimiento en bloque, más que una inclinación. Una posibilidad muy interesante para tratar la mordida cruzada unilateral consiste en utilizar un arco lingual con torsión radicular bucal (torsión coronal lingual) en un lado, y con inclinación bucal en el otro. Como Ingervall et al. demostraron de manera bastante convincente, es posible lograr una expansión significativa en el lado de la inclinación, quizá con mayor eficacia, si se convierte el aparato en un dispositivo de un par, colocando un alambre redondo (en vez de rectangular) en el bracket del lado de la inclinación.²⁴

Una aplicación algo inusual del arco lingual sería la inclinación distal de un molar para enderezarlo. Por supuesto, lo recíproco sería la inclinación mesial del molar opuesto. Para esta activación habría que retorcer el alambre lingual. La posición de esta torcedura no es crucial. Los momentos relativos sobre los molares serán iguales y opuestos, independientemente de dónde se realice la torcedura.

Mecánica de arcos segmentados

Es preferible considerar lo que a menudo recibe el nombre de mecánica de arcos segmentados como un método organizado para utilizar sistemas de uno y dos pares para la mayoría de los movimientos dentales, de manera que un análisis técnico pueda ofrecer un cálculo aproximado de las fuerzas y los momentos. Esto nos permitiría utilizar fuerzas de magnitud más favorables y posiblemente conseguir un mejor control. En esencia, el sistema de arcos segmentados se basa en la formación de unidades de dientes perfectamente delimitadas, para poder definir claramente los segmentos de anclaje y de movimiento. Para conseguir el movimiento dental deseado se emplean resortes voladizos allí donde es posible, con el objeto de aprovechar la precisión del sistema de un par, o se utilizan sistemas de dos pares, mediante los cuales es posible conocer por lo menos los momentos netos y la dirección de las fuerzas de equilibrio (lo que es imposible con el sistema de fuerzas de pares múltiples creados con un arco continuo de alambre rectangular ligado a brackets en todos los dientes de una arcada dental).

En el tratamiento con arcos segmentados se utilizan arcos linguales para la estabilización en un gran número de pacientes, y también suelen emplearse rutinariamente segmentos de alambre estabilizadores en los brackets de los dientes que forman las unidades de anclaje. Por supuesto, los requisitos para la estabilización

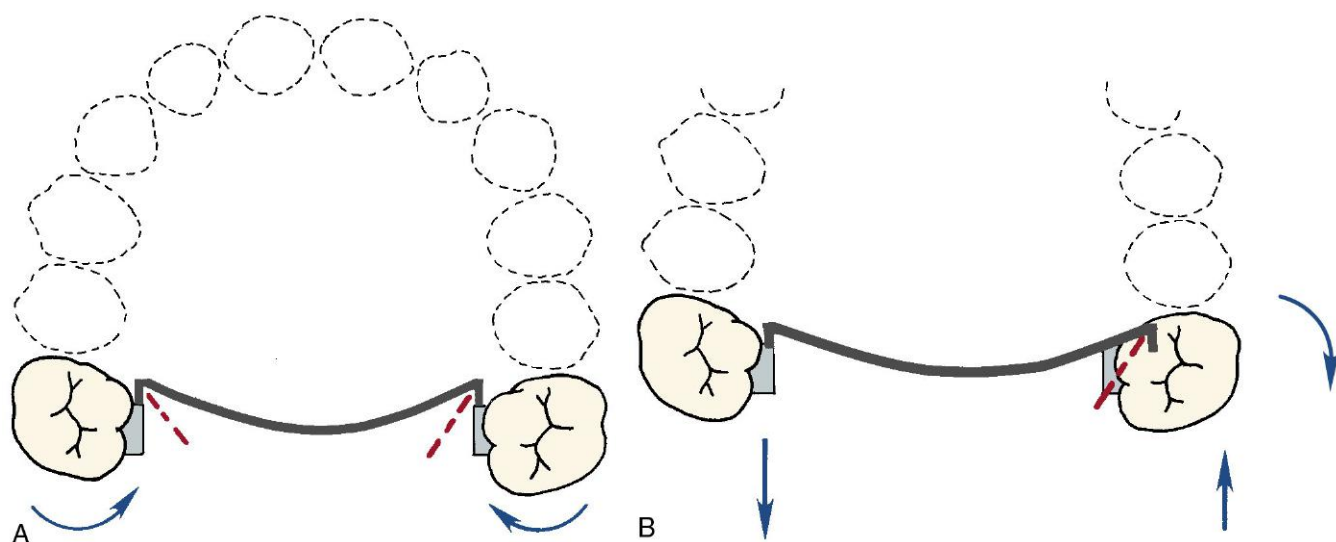


FIGURA 9-46 **A.** Unos dobles convergentes bilaterales en los primeros molares crean pares iguales y opuestos, de manera que las fuerzas mesiodistales se anulan y los dientes rotan hasta que sus cúspides mesiobucales quedan en posición vestibular. Este tipo de rotación suele ser deseable cuando se ha perdido espacio en la arcada superior o existe una relación molar de clase II, aunque para conseguirla se requiere un arco lingual flexible en vez de uno rígido. **B.** Un doblez convergente unilateral hace rotar el molar hacia el lado del doblez, creando una fuerza que mueve distalmente el otro molar. Aunque el contacto con los otros dientes limita el movimiento mesial del molar en el lado del doblez, se puede producir dicho movimiento. A pesar de que algunos autores sostienen que dobles de este tipo primero en un lado y después en el otro inducen la distalización neta de los molares, es poco probable que se produzca un movimiento distal significativo de ambos dientes.

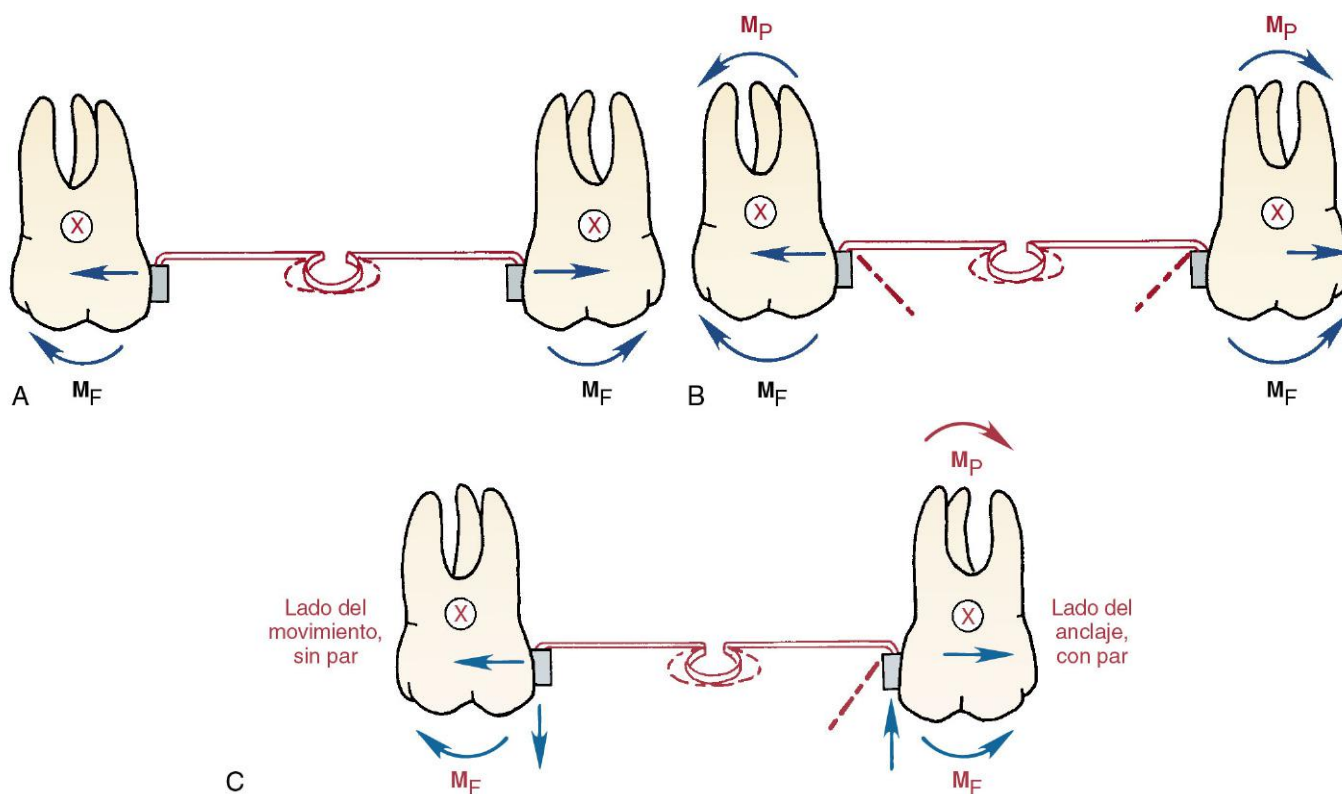


FIGURA 9-47 **A.** Puede conseguirse una expansión bilateral de los molares mediante la expansión de un arco palatino, que se suele obtener abriendo un bucle en la zona mesopalatina. El momento de la fuerza de expansión inclina las coronas en sentido vestibular. **B.** Si se prepara una vuelta en el alambre, se crea un momento que induce la torsión vestibular de las raíces. Para conseguirlo, el momento del par debe ser mayor que el de la fuerza. A no ser que se utilice un alambre flexible para el arco lingual, puede haber problemas para insertar el arco lingual activado con suficiente vuelta para producir la torsión deseada. **C.** Se puede utilizar una vuelta en el alambre de un lado para crear un anclaje estacionario de cara a inclinar vestibularmente el molar opuesto. Esto resulta especialmente eficaz si el alambre es redondeado en el lado del movimiento, de manera que se forme un sistema de un par (en vez de uno de dos pares) en el plano vestibulolingual. (**A** y **B**, reproducidos a partir de Rebellato J. Semin Orthod 1:44-54, 1995; **C**, modificado de Ingervall B, et al. Am J Orthod Dentofac Orthop 107:418-425, 1995.)

son justo los opuestos a los del movimiento dental: conviene utilizar los alambres más gruesos y rígidos que existan. Por esta razón, en el tratamiento de arcos segmentados se suele recurrir al aparato lateral de ranuras del 22. Los alambres usados para los segmentos estabilizadores suelen ser de acero inoxidable de 21×25 , que son demasiado rígidos para el movimiento dental. Los arcos linguales estabilizadores solían ser de acero de 36, soldados a las bandas molares o con extremos doblados que encajaban en unas vainas rectangulares.

Para un tratamiento típico con arcos segmentados habría que alinear en primer lugar los segmentos anteriores y posteriores, crear los segmentos de anclaje y de movimiento dental adecuados, efectuar una nivelación vertical utilizando la intrusión o la extrusión según las necesidades, cerrar espacios mediante el movimiento diferencial de los segmentos anteriores y posteriores, y tal vez utilizar arcos auxiliares de torsión. En esta técnica casi siempre se evita el deslizamiento de los arcos de alambres por los brackets, ya que la resistencia al deslizamiento dificulta el control del anclaje e introduce inexactitudes en el cálculo de la magnitud de las fuerzas necesarias. Los arcos de alambre continuos, en especial de alambres rectangulares, se reservarían para las fases finales del tratamiento, en las cuales se requieren movimientos pequeños, pero muy precisos.

El método de los arcos segmentados tiene la ventaja de permitir un gran control y movimientos que serían imposibles con los de alambres continuos. Sus inconvenientes son la mayor complejidad del aparato ortodóncico y el mayor tiempo que necesita el odontólogo para instalarlo, ajustarlo y mantenerlo. Es una paradoja curiosa que al simplificar la ingeniería del aparato, permitiendo en la medida de lo posible aplicar sistemas de uno y dos pares, dicho aparato se vuelve más complicado en vez de simplificarse.

Un ejemplo excelente del sistema de arcos segmentados es el diseño de un aparato para inducir simultáneamente la retrusión y la intrusión de unos incisivos centrales superiores protruyentes. Esto es difícil de conseguir, debido a que la inclinación lingual de los incisivos tiende a hacer bajar la corona mientras el diente rota sobre su centro de resistencia. Hay que lograr la intrusión del ápice radicular para mantener la corona en la misma relación vertical con el labio y los demás dientes. Este problema puede resolverse creando segmentos anteriores y posteriores, utilizando una barra rígida para desplazar el punto de aplicación de la fuerza hasta una posición distal al centro de resistencia del segmento incisivo, o aplicando fuerzas de intrusión y retrusión separadas (fig. 9-48).²⁵ Pero esto puede conseguirse más fácilmente en la actualidad utilizando DAT como los que se muestran en el capítulo 15. El anclaje esquelético presenta la capacidad de reemplazar muchas de las aplicaciones más complejas del tratamiento con arcos segmentados.

El método segmentado más complejo implica otras dos posibles ventajas que deben tenerse en cuenta. En primer lugar, incluso con la ingeniería más cuidadosa, se puede omitir algún aspecto a la hora de determinar el resultado más probable. La aplicación de la teoría mecánica a la ortodoncia es bastante imperfecta, y el uso de un determinado sistema de fuerzas en un paciente puede no producir el resultado esperado.

En segundo lugar, la mayoría de los mecanismos de arco segmentado apenas incluyen dispositivos para controlar la distancia a la que se pueden desplazar los dientes si algo falla. Si unos resaltes calibrados con exactitud y con un rango de acción muy

amplio encuentran algo que los distorsione (p. ej., una barra de caramelo pegajosa), pueden surgir problemas importantes. La eficacia mecánica de un aparato segmentado puede representar una ventaja o un inconveniente.

Mecánica de arco continuo

Es prácticamente imposible analizar los efectos de un arco de alambre continuo, es decir, conectado a los brackets de todos los dientes. Todo lo que se puede decir es que se establece un sistema de fuerzas de pares múltiples extremadamente complejo al fijar el alambre en su posición. El resultado inicial es un pequeño movimiento de un solo diente. En ese mismo momento, cambia el sistema de fuerzas y el nuevo sistema induce un pequeño movimiento en otro diente (o un movimiento diferente en el mismo). En cualquier caso, el resultado es otro sistema de fuerzas también muy complejo, que induce otro movimiento y provoca otro cambio en el sistema, y así sucesivamente. En ocasiones, el movimiento dental ortodóncico se concibe como una transición lenta y suave de los dientes de una situación a otra. Si se analizan los sistemas de fuerza implicados (en especial los de los mecanismos de arco continuo), es evidente que esto está muy lejos de la realidad. Si fuera posible obtener fotografías secuenciales de los dientes cambiando de posición, se apreciaría seguramente «el baile de los dientes» que produce sucesivamente efectos variados, según se van formando y cambiando los sistemas de fuerzas; recientemente Hayashi ha puesto de manifiesto este tipo de movimiento.²⁶ Es una suerte que un arco de alambre continuo no permita, por lo general, que los dientes se alejen demasiado del punto final deseado.

El método de arcos continuos tiene exactamente las ventajas y los inconvenientes opuestos a los de los arcos segmentados. En el tratamiento con un arco continuo no están tan claramente definidos las fuerzas y los momentos que se generan en cada instante, y ciertamente no resulta tan elegante desde el punto de vista de la ingeniería. No obstante, los arcos de alambre continuos suelen precisar menos tiempo, ya que son más fáciles de fabricar y de instalar, y poseen además unas características de seguridad excelentes en la mayoría de las aplicaciones. En la ortodoncia actual, el odontólogo debe valorar a menudo la conveniencia de

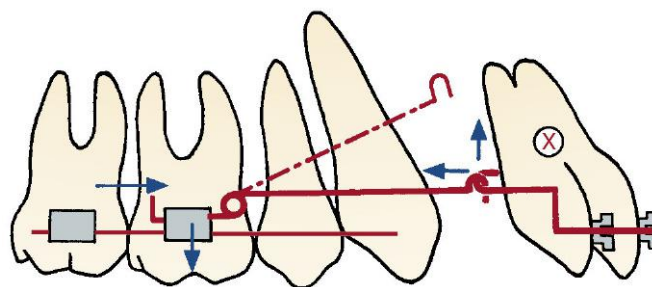


FIGURA 9-48 Con un arco segmentado es posible conseguir al mismo tiempo la retrusión y la intrusión de un segmento anterior. Se puede extender hacia atrás una barra rígida colocada en el segmento anterior para que el punto de aplicación de la fuerza de intrusión coincida con el centro de resistencia del segmento incisivo o quede distal al mismo. Si se utiliza un resorte voladizo para aplicar una fuerza de intrusión en ese punto, es posible superar la tendencia de la fuerza de retrusión a elongar el segmento anterior. (Reproducido a partir de Shroff B, et al. *Angle Orthod* 67: 455-462, 1997.)

utilizar arcos segmentados o continuos para resolver problemas específicos. A quienes suelen emplear el sistema segmentado, algunas aplicaciones de los arcos continuos les pueden simplificar la vida. Y aquellos que utilizan fundamentalmente arcos continuos, a veces deben usar arcos segmentados para alcanzar objetivos concretos. Literalmente, es necesario sopesar los beneficios con los costes (tiempo) y los riesgos, y después elegir.

En el capítulo 10 se comenta el desarrollo de los actuales aparatos fijos y sus características. En los capítulos 14 a 18 se analizan con más detalle las aplicaciones clínicas de los principios mecánicos revisados en este capítulo, y se incluye información adicional sobre el uso de métodos específicos de tratamiento.

Bibliografía

- Gurgel J, Kerr S, Powers JM, et al. Force-deflection properties of superelastic nickel-titanium archwires. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 120:378-382, 2001.
- Miura F, Mogi M, Okamoto Y. New application of superelastic NiTi rectangular wire. *J Clin Orthod* 24:544-548, 1990.
- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Scribante LA, et al. Force levels of fiber-reinforced composites and orthodontic stainless steel wires: a 3-point bending test. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:410-413, 2008.
- Kusy RP. On the use of nomograms to determine the elastic property ratios of orthodontic archwires. *Am J Orthod* 83:374-381, 1983.
- Adams DM, Powers JM, Asgar K. Effects of brackets and ties on stiffness of an arch wire. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 91:131-136, 1987.
- Josell SD, Leiss JB, Rekow ED. Force degradation in elastomeric chains. *Semin Orthod* 3:189-197, 1997.
- Darendeliler MA, Darendeliler A, Mandurino M. Clinical application of magnets in orthodontics and biological implications: a review. *Eur J Orthod* 19:431-442, 1997.
- Linder-Aronson A, Lindsog S, Rygh P. Orthodontic magnets: effects on gingival epithelium and alveolar bone in monkeys. *Eur J Orthod* 14:255-263, 1992.
- Jastrzebski ZD. *The Nature and Properties of Engineering Materials*. 3rd ed. New York: Wiley; 1987.
- Kusy RP, Whitley JQ. Effects of surface roughness on the coefficients of friction in model orthodontic systems. *J Biomech* 23:913-925, 1990.
- Kusy RP, Whitley JQ, Gurgel J. Comparisons of surface roughnesses and sliding resistances of 6 titanium-based or TMA-type archwires. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 126:589-603, 2004.
- Saunders CR, Kusy RP. Surface topography and frictional characteristics of ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 106:76-87, 1994.
- Kusy RP, Whitley JQ. Assessment of second-order clearances between orthodontic archwires and bracket slots via the critical contact angle for binding. *Angle Orthod* 69:71-80, 1999.
- Articolo LC, Kusy RP. Influence of angulation on the resistance to sliding in fixed appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 115:39-51, 1999.
- Burrow SJ. Canine retraction rate with self-ligating brackets vs conventional edgewise brackets. *Angle Orthod* 80:438-445, 2010.
- Lindauer SJ, Isaacson RJ. One-couple systems. *Semin Orthod* 1:12-24, 1995.
- Davidovitch M, Rebellato J. Utility arches: a two-couple intrusion system. *Semin Orthod* 1:25-30, 1995.
- Burstone CJ, Koenig HA. Creative wire bending—the force system from step and V bends. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 93:59-67, 1988.
- Isaacson RJ, Lindauer SJ, Conley P. Responses of 3-dimensional archwires to vertical V-bends: comparisons with existing 2-dimensional data in the lateral view. *Semin Orthod* 1:57-63, 1995.
- Isaacson RJ, Rebellato J. Two-couple orthodontic appliance systems: torquing arches. *Semin Orthod* 1:31-36, 1995.
- Rebellato J. Two-couple orthodontic appliance systems: activations in the transverse dimension. *Semin Orthod* 1:37-43, 1995.
- Rebellato J. Two-couple orthodontic appliance systems: transpalatal arches. *Semin Orthod* 1:44-54, 1995.
- Dahlquist A, Gebauer U, Ingervall B. The effect of a transpalatal arch for correction of first molar rotation. *Eur J Orthod* 18:257-267, 1996.
- Ingervall B, Gollner P, Gebauer U, et al. A clinical investigation of the correction of unilateral molar crossbite with a transpalatal arch. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 107:418-425, 1995.
- Shroff B, Yoon WM, Lindauer SJ, et al. Simultaneous intrusion and retraction using a three-piece base arch. *Angle Orthod* 67:455-462, 1997.
- Hayashi K, DeLong R, Mizoguchi I. Comparison of the finite helical axis and the rectangular coordinate system in representing orthodontic tooth movement. *J Biomechanics* 39:2925-2933, 2006.

CAPÍTULO 10

APARATOS ORTODÓNCICOS ACTUALES

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

APARATOS DE QUITA Y PON

- La evolución de los aparatos de quita y pon
- Aparatos funcionales para modificar el crecimiento
- Aparatos de quita y pon para el movimiento dental en los niños
- Tratamiento con alineadores transparentes

APARATOS FIJOS

- La evolución de los aparatos fijos actuales
- Bandas de anclaje
- Anclajes cementados
- Características de los aparatos fijos actuales
- Dispositivos de anclaje temporal

Los aparatos ortodóncicos han evolucionado ininterrumpidamente desde los albores de esta especialidad, pero los cambios se han acelerado considerablemente en los últimos años. Los avances tecnológicos han permitido mejorar los sistemas de aparatos (p. ej., nuevos brackets y alambres para el aparato de arco de canto) y proporcionado nuevos medios para corregir la maloclusión (como los alineadores transparentes fabricados sobre modelos estereolitográficos y el anclaje esquelético temporal). Gracias a estos avances tecnológicos, la productividad de los ortodontistas ha aumentado considerablemente. Charles Tweed afirmaba en la década de los cincuenta que un ortodontista no debería iniciar el tratamiento de más de 50 pacientes al año, ya que no tendría tiempo suficiente para tratar a más y conseguir unos resultados de calidad. Esta cifra ha aumentado considerablemente desde entonces, pero también ha mejorado la calidad media de los tratamientos; y un tratamiento ortodóncico global que costaba aproximadamente lo mismo que un coche nuevo en aquellos tiempos cuesta mucho menos ahora.

Actualmente, un ortodontista puede usar un sistema de aparatos determinado para tratar a la mayoría de sus pacientes, pero para poder atender satisfactoriamente a esos pacientes tiene que escoger entre diferentes sistemas para adaptarse a las necesidades

de cada uno de ellos. Los aparatos de quita y pon modernos pueden hacer algunas cosas mejor que los fijos, y algunas variantes de aparatos fijos hacen las cosas mejor que otros. En este capítulo ofrecemos una visión general de los aparatos modernos y un enfoque de los mismos que nos permita escoger el mejor aparato para cada caso, un objetivo que se extiende a los capítulos clínicos posteriores.

APARATOS DE QUITA Y PON

Los aparatos ortodóncicos de quita y pon tienen dos ventajas muy claras: 1) se fabrican en el laboratorio y se ajustan fuera de la boca, y no directamente en la boca del paciente, lo que requiere menos trabajo por parte del odontólogo, y 2) pueden retirarse en determinadas circunstancias de la vida social si los alambres de la zona vestibular quedan a la vista, o pueden ser casi invisibles si se utilizan plásticos transparentes para su fabricación. Debido a ello, los pacientes los aceptan mejor (al menos en un primer momento). Además, con los aparatos de quita y pon se pueden llevar a cabo algunos tipos de tratamiento de orientación del crecimiento con mayor facilidad que con los aparatos fijos. Estas ventajas para el paciente y el odontólogo garantizan un mayor interés de niños y adultos por los aparatos de quita y pon.

También tienen dos inconvenientes importantes: 1) la respuesta al tratamiento depende mucho del seguimiento del mismo por parte del paciente, ya que el aparato solo puede funcionar cuando el paciente decide utilizarlo, y 2) no es fácil conseguir los dos puntos de contacto con los dientes, necesarios para producir movimientos dentales complejos, lo que significa que el propio aparato puede limitar las posibilidades del tratamiento. Debido a estas limitaciones, los aparatos de quita y pon resultan útiles en los niños, especialmente durante la primera de las dos fases de tratamiento, y en la segunda fase conviene usar aparatos fijos; a menudo, cuando se utilizan alineadores transparentes de quita y pon para tratar a pacientes adultos hay que cementar algunos anclajes fijos (que pueden ser composites de color dental

relativamente pequeños en lugar de brackets) para conseguir un movimiento dental más eficaz. Por estos motivos, para el tratamiento global actual de los adolescentes se emplean casi siempre aparatos fijos, no de quita y pon, y para el tratamiento de los adultos con alineadores transparentes se tiende a combinar alineadores y aparatos fijos en los casos más complejos.

La evolución de los aparatos de quita y pon

En EE. UU., los aparatos de quita y pon originales eran combinaciones bastante burdas de bases de vulcanita y alambres de metales preciosos o de níquel-plata. A comienzos del siglo xx, George Crozat ideó un aparato de quita y pon fabricado enteramente con metales preciosos que consistía en un gancho muy eficaz para los primeros molares, unos alambres gruesos de oro a modo de armazón, y resortes digitales de oro más finos para producir el movimiento dental deseado (fig. 10-1). El aparato de Crozat consiguió algunos seguidores, poco numerosos pero muy entusiastas, y a comienzos del siglo xx algunos odontólogos seguían utilizando una versión modificada para el tratamiento global. Este aparato tiene la limitación de que, como casi todos los aparatos de quita y pon, favorece sobre todo la inclinación de los dientes. No obstante, influyó muy poco en la teoría y la práctica de la ortodoncia norteamericana, que se centró desde un primer momento en los aparatos fijos.

Por diferentes razones, en Europa siguieron desarrollándose los aparatos de quita y pon a pesar de su olvido en EE. UU. Esta tendencia se debió a tres razones fundamentalmente: 1) el enfoque dogmático de la oclusión de Angle, que hacía especial hincapié en la colocación exacta de cada diente y caló menos en

Europa que en EE. UU.; 2) los sistemas de asistencia social se desarrollaron mucho más rápidamente en Europa, y tendían a potenciar la asistencia ortodóncica limitada a un mayor número de personas, en muchos casos a través de odontólogos generales en lugar de ortodoncistas especializados, y 3) en Europa había menos disponibilidad de metales preciosos para aparatos fijos, como consecuencia de los sistemas sociales y de que la Alemania nazi había prohibido el uso de metales preciosos en odontología. Esto obligó a los ortodoncistas alemanes a centrarse en aparatos de quita y pon que podían fabricar con los materiales disponibles. (Las fijaciones de acero de precisión empezaron a utilizarse después de la Segunda Guerra Mundial; para los aparatos fijos necesitaban metales preciosos.)

Curiosamente, el resultado fue que entre 1925 y 1965 los ortodoncistas norteamericanos emplearon casi exclusivamente aparatos fijos (banda parcial o completa), mientras que en Europa prácticamente desconocían estos aparatos y para todos los tratamientos se usaban aparatos de quita y pon, tanto para guiar el crecimiento como para conseguir todo tipo de movimientos dentales.

Una parte importante de la ortodoncia europea con aparatos de quita y pon durante ese período se basó en el uso de aparatos funcionales para guiar el crecimiento. Por definición, un aparato funcional es aquel que modifica la postura del maxilar inferior y lo mantiene abierto, o abierto y adelantado. Las presiones que genera la distensión de los músculos y los tejidos blandos se transmiten a las estructuras dentales y esqueléticas, desplazando los dientes y modificando el crecimiento. Generalmente, se considera que el monobloque ideado por Robin a comienzos del siglo xx es el predecesor de todos los aparatos funcionales, aunque el activador diseñado por Andresen en Noruega en los años veinte (fig. 10-2) fue el primer aparato funcional que gozó de una aceptación generalizada.

El activador de Andresen se convirtió en la base del «sistema noruego» de tratamiento. El sistema y sus fundamentos teóricos fueron mejorando y propagándose por toda Europa, gracias sobre todo a la escuela alemana encabezada por Haupl, quien consideraba que el único movimiento dental estable era el que se conseguía con las fuerzas naturales, y que las alteraciones funcionales que inducían estos aparatos permitían corregir la maloclusión de forma estable. Este enfoque filosófico era diametralmente opuesto al aceptado por Angle y sus seguidores en EE. UU., que confiaban en el aparato fijo para colocar los dientes con precisión y suponían que si estuvieran en una posición ideal, los aparatos los mantendrían en ella. Estas opiniones opuestas contribuyeron a las enormes diferencias que existían entre ortodoncistas europeos y norteamericanos a mediados del siglo xx.

De acuerdo con la filosofía europea en aquellos momentos, los aparatos de quita y pon solían clasificarse en «activadores», o aparatos funcionales para modificar el crecimiento, y «placas activas» para mover los dientes. Además de ser los pioneros de la aparatología funcional, dos ortodoncistas europeos merecen una mención muy especial por su contribución a la técnica de movimiento dental con aparatos de quita y pon. Martin Schwarz desarrolló y dio a conocer en Viena diversos aparatos de «placa dividida», que servían para expandir las arcadas dentales (fig. 10-3). En Belfast, Philip Adams modificó el gancho de punta de flecha propuesto por Schwarz y lo transformó en el gancho de Adams, que se convirtió en la base de los aparatos de quita y pon ingleses y que sigue siendo el gancho más eficaz para el tratamiento ortodóncico (fig. 10-4).

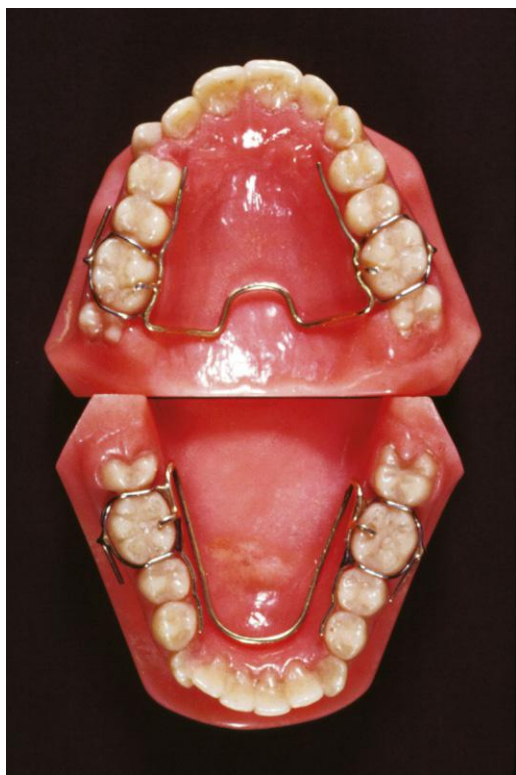


FIGURA 10-1 Aparatos de Crozat para las arcadas superior e inferior; se pueden ver los conectores transversales que permiten la expansión lateral. Los ganchos de Crozat para los molares llevan dedos que se extienden a las zonas retentivas mesiobucal y distobucal.

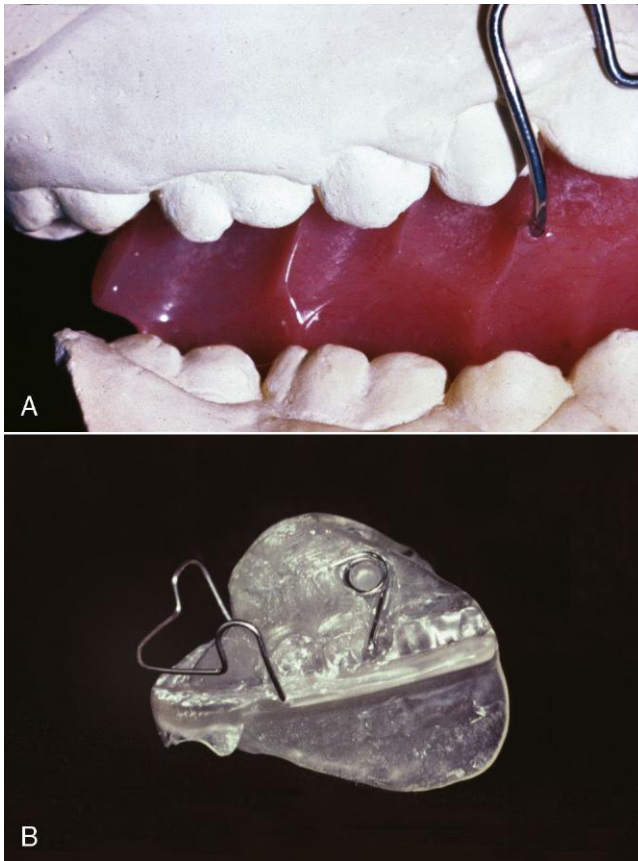


FIGURA 10-2 El primer aparato funcional de uso generalizado fue el activador, un aparato pasivo dentosoportado. Este aparato abre la mordida y adelanta el maxilar inferior para conseguir una corrección de clase II. **A.** El activador original de Andresen incluía unas estrías anguladas en el acrílico para guiar la erupción de los dientes posteriores, generalmente para que los molares se moviesen distalmente en la arcada superior y mesialmente en la inferior al erupcionar los dientes, y también para expandir las arcadas dentales si se deseaba. **B.** Las aletas linguales de un activador son el mecanismo para adelantar el maxilar inferior. En este diseño, el saliente de plástico acrílico impide que erupcionen los dientes posteriores de la arcada superior, mientras que los dientes posteriores de la arcada inferior pueden erupcionar libremente; de este modo, el aparato induce una rotación del plano oclusal, algo que suele ser deseable en el tratamiento con aparatos funcionales debido a que facilita el cambio de una relación molar de clase II a otra de clase I. Este aparato posee además resortes para desplazar los primeros molares superiores, y que obligan al paciente a mantener activamente el aparato en la posición correcta. En un tiempo se creyó que un ajuste más laxo del aparato contribuiría a activar la musculatura mandibular, pero las investigaciones realizadas no han confirmado esta hipótesis; debido a ello, los activadores modernos suelen incorporar ganchos en vez de resortes de desplazamiento.

Los ortodoncistas norteamericanos empezaron a utilizar aparatos funcionales en la década de los sesenta debido a la influencia de los miembros de las facultades de ortodoncia que procedían de Europa (entre los que destacaba Egil Harvold) y, posteriormente, por el contacto personal entre algunos ortodoncistas norteamericanos y sus colegas europeos. (Los aparatos fijos se popularizaron en Europa simultáneamente por medio de contactos personales parecidos.) En EE. UU., el tratamiento con aparatos funcionales experimentó un impulso importante

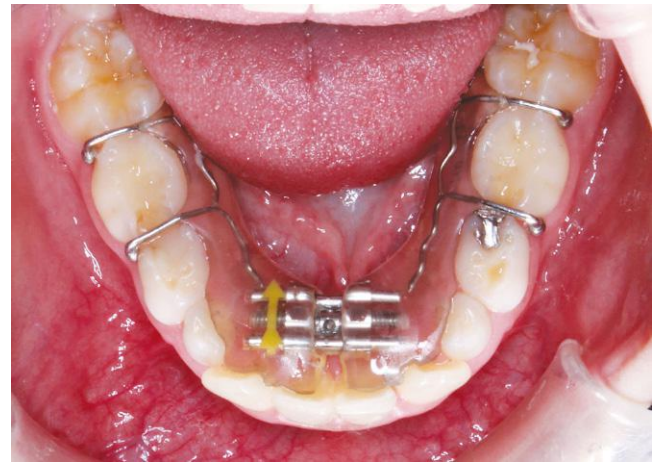


FIGURA 10-3 Un aparato de quita y pon con diseño de «placa de Schwartz» incluye un tornillo de expansión para separar las dos partes de la placa acrílica y expandir la arcada dental. Se puede usar en la arcada dental superior o inferior; este se ha utilizado para expandir transversalmente los incisivos inferiores y dejar más espacio para los dientes apiñados. Aunque el sistema de fuerzas creado al activar un tornillo dista mucho de ser ideal, las placas de este tipo pueden inducir pequeños movimientos dentales con gran eficacia.

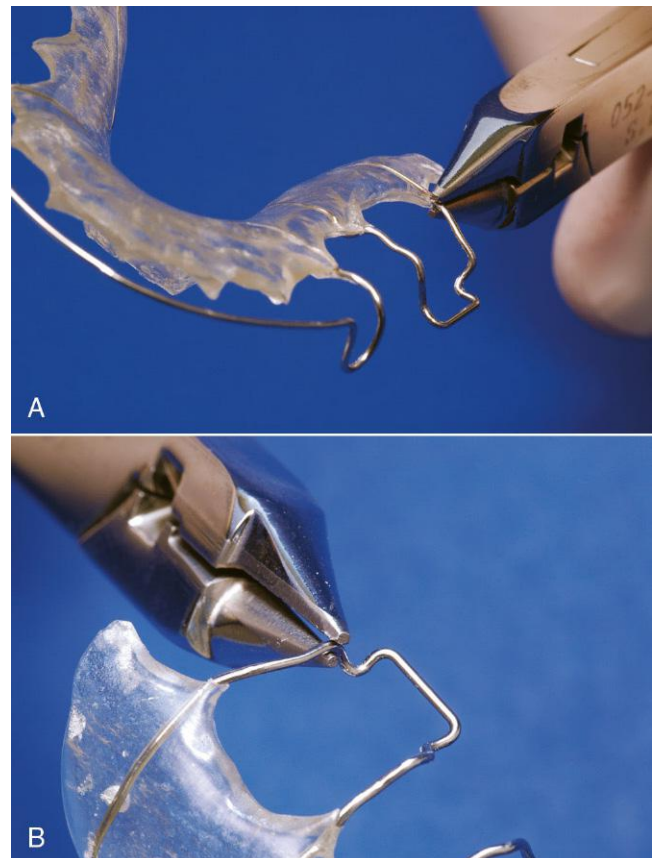


FIGURA 10-4 Ajustes clínicos de un gancho de Adams. **A.** Forma de apretar el gancho doblándolo en sentido gingival por el punto en que el alambre emerge de la placa base. Este es el ajuste habitual para un gancho que se ha aflojado después de colocar y retirar el aparato repetidas veces. **B.** Forma de ajustar el gancho doblando hacia dentro los puntos de retención. Este método alternativo para apretar un gancho resulta especialmente útil durante el ajuste inicial de un aparato.

tras la publicación en la década de los setenta de los resultados de algunos experimentos con animales que demostraban que realmente se podían conseguir cambios esqueléticos colocando el maxilar inferior en otra posición y que confirmaban la posibilidad de que se pudiera estimular verdaderamente el crecimiento mandibular (v. capítulo 8). Aunque parte del entusiasmo por el tratamiento con aparatos funcionales generado por los experimentos favorables con animales se disipó a la luz de los resultados no tan impresionantes de estudios clínicos y retrospectivos (v. capítulo 13), los aparatos funcionales se han abierto un hueco muy importante dentro del tratamiento actual de modificación del crecimiento.

En estos momentos, la dicotomía entre la ortodoncia europea y la norteamericana ha desaparecido en gran medida. Los aparatos de quita y pon de tipo europeo (especialmente para modificar el crecimiento durante el tratamiento en la dentición mixta inicial) son muy utilizados en EE. UU. y en otros países, mientras que los aparatos fijos han desbancado en gran medida los aparatos de quita y pon como parte del tratamiento global en Europa y otras partes del mundo.

El tratamiento moderno con aparatos de quita y pon se basa fundamentalmente en el uso de: 1) distintos tipos de aparatos funcionales para guiar el crecimiento en los adolescentes y, con menos frecuencia, en los niños; 2) placas activas para mover los dientes, sobre todo en preadolescentes, y 3) alineadores de plástico transparente para el movimiento dental en los adultos. Por consiguiente, en esta sección del capítulo nos centraremos en las características de los aparatos usados para estos cometidos, especialmente en el tratamiento con alineadores transparentes (TAT) para la atención global de adultos y adolescentes mayores. En los capítulos 11 y 13 abordaremos el uso clínico de aparatos de quita y pon en el tratamiento de la dentición mixta, y en el capítulo 18 describiremos el TAT para tratar problemas específicos en adultos.

Aparatos funcionales para modificar el crecimiento

El diseño y la fabricación de muchos tipos de aparatos funcionales se describen detalladamente en un tratado dedicado a este tema.¹ Lo que pretendemos aquí es ofrecer una perspectiva actual de estos dispositivos. Todos ellos se usan para modificar el crecimiento en preadolescentes y adolescentes, y todos se fabrican a partir de una mordida de construcción que adelanta el maxilar inferior en los pacientes de clase II y lo gira hacia abajo en los de clase III. En pacientes con cara corta/mordida profunda se emplean bloques de mordida para los dientes anteriores, y en pacientes con cara alargada/mordida abierta se usan bloques de mordida para los dientes posteriores.

Para comprender mejor los aparatos funcionales podemos clasificarlos en cuatro categorías generales:

1. Dentosoportados pasivos

Estos aparatos no poseen capacidad intrínseca para generar ninguna fuerza por medio de resortes o tornillos y dependen exclusivamente de la distensión de los tejidos blandos y la actividad muscular para producir un efecto terapéutico. En la práctica actual, los mejores ejemplos de aparatos dentosoportados pasivos son el bionator (fig. 10-5), el bloque gemelo (fig. 10-6) y los

aparatos de Herbst (fig. 10-7). El bionator es siempre de quita y pon; el bloque gemelo suele ser de quita y pon, pero puede ser también fijo, y el aparato de Herbst suele ser fijo, pero puede fabricarse también como aparato de quita y pon.

2. Dentosoportados activos

Estos aparatos representan fundamentalmente modificaciones de los activadores y del bionator, e incorporan tornillos o resortes para mover los dientes. Esto produce un movimiento dental que a menudo sustituye la modificación del movimiento mandibular por un movimiento dental de camuflaje. Por este motivo, los aparatos dentosoportados activos apenas tienen un lugar en la ortodoncia moderna y, actualmente, se utilizan mucho menos que en tiempos pasados.

3. Mucosoportados

El aparato de Frankel (al que Frankel denominaba *regulador funcional*) es el único aparato funcional mucosoportado que

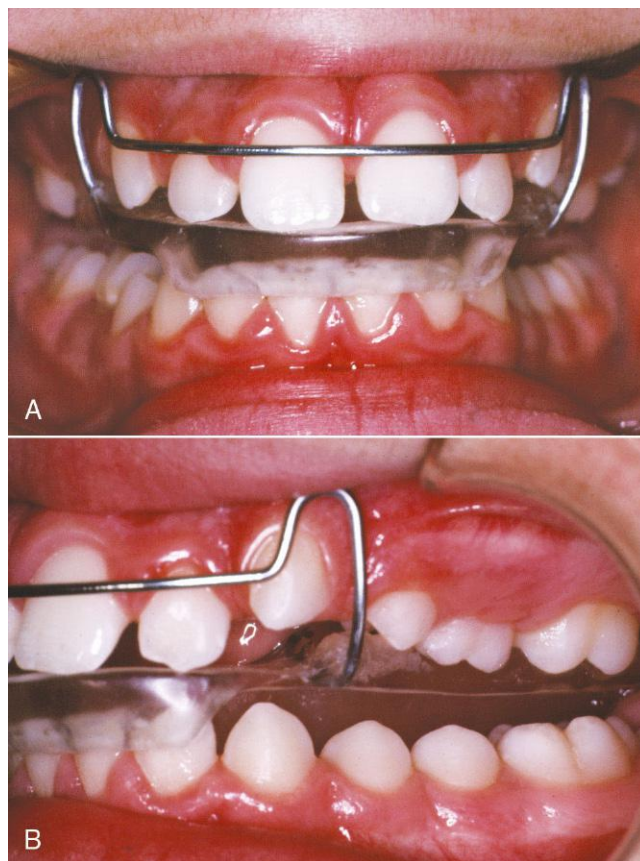


FIGURA 10-5 El diseño del bionator, que tiene un volumen mucho más pequeño que el del activador, puede incluir facetas posteriores o topes oclusales acrílicos para controlar la cuantía o la dirección de la erupción dental. En este paciente, que está mordiendo el bionator para adelantar el maxilar inferior, puede observarse que los incisivos inferiores están cubiertos por plástico acrílico para impedir su erupción y controlar la tendencia a inclinarse en sentido vestibular. Normalmente, los dientes posteriores de la arcada inferior pueden erupcionar libremente, mientras que los dientes posteriores de la arcada superior topan con la oposición de un saliente acrílico por encima de los mismos. En este caso, se ha permitido la erupción de los dientes superiores e impedido la de los inferiores.

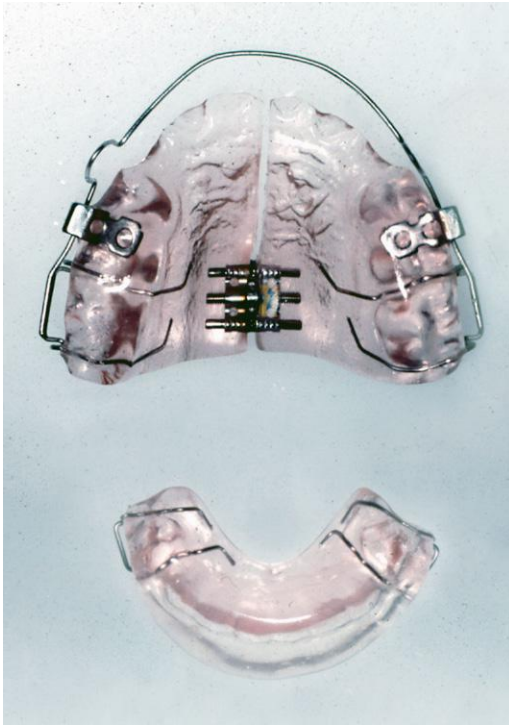


FIGURA 10-6 El aparato de bloques gemelos consta de dos placas individuales, una superior y otra inferior, con rampas que dirigen el maxilar inferior hacia adelante cuando el paciente cierra la boca. La placa superior incorpora unos tubos para poder anclar un casquete, y a menudo incluye un tornillo de expansión.

TABLA 10-1

Componentes de los aparatos funcionales

Componente	Comentario
Componentes funcionales	
Aletas linguales	En contacto con la mucosa; muy eficaces
Almohadilla lingual	En contacto con la mucosa; menos eficaz
Pin deslizante y tubo	En contacto con los dientes; desplazamiento dental variable
Rampas dentosoportadas	En contacto con los dientes; desplazamiento dental probable
Almohadillas labiales	Efecto secundario únicamente en posición mandibular
Componentes para el control dental	
Expansión de las arcadas	
Escudos bucales	Pasivos, eficaces
Arco buccinador, otro escudo de alambre	Pasivos, menos eficaces
Tornillos de expansión y/o resortes	Debe activarse lentamente; estabilidad cuestionable
Control vertical	
Topes oclusales o incisales	Impiden la erupción en una zona concreta
Bloques de mordida	Impiden la erupción de todos los dientes posteriores
Escudo lingual	Facilita la erupción
Componentes estabilizadores	
Ganchos	No modifican el crecimiento
Arco labial	Mantener alejado de los incisivos, inclinación lingual indeseable
Resortes de torsión anteriores	Necesarios para controlar la inclinación lingual, especialmente al combinar un casquete y un activador

existe (fig. 10-8). En la medida de lo posible se evita cualquier contacto entre el aparato y los dientes. Gran parte del aparato se localiza en el vestibulo, para alejar los labios y las mejillas de la dentición. Esto lo convierte en un aparato para expandir la arcada dental, además de actuar sobre el crecimiento de los maxilares, ya que las arcadas tienden a expandirse cuando se elimina la presión que ejercen el labio y la mejilla.

4. Híbridos

Los aparatos funcionales híbridos incluyen componentes que son habituales en los aparatos funcionales, pero combinados para satisfacer una necesidad concreta, a menudo como parte del tratamiento de una asimetría maxilar (fig. 10-9). Los componentes de los aparatos funcionales se muestran en la tabla 10-1. Pueden combinarse en función de las necesidades para cada paciente en concreto.

Los aparatos funcionales se usan sobre todo a finales de la preadolescencia y durante el estirón puberal. Se describen más detalladamente en el capítulo 13.

Aparatos de quita y pon para el movimiento dental en los niños

El movimiento de los dientes con aparatos de quita y pon en los niños entra casi siempre en una de estas dos categorías: 1) expansión de la arcada, en la que se mueven grupos de dientes para expandir el perímetro de la arcada, y 2) reubicación de determinados dientes dentro de la arcada.



FIGURA 10-7 A-D. El aparato de Herbst es el único aparato funcional fijo. Consta de un aparato de pin y tubo para mantener el maxilar inferior en una posición adelantada, y es bastante compatible con la presencia de un aparato fijo en los dientes anteriores (aunque pueden usarse también con férulas adheridas o de quita y pon). En este ejemplo, el pin y el tubo van anclados a unas coronas de acero de los molares, que son más sólidas que las bandas molares, y las extensiones de las coronas inferiores van adheridas a los premolares inferiores. E. El aparato MARA es una variante del aparato de Herbst que puede utilizarse con un aparato fijo completo, pero mantiene también el maxilar inferior constantemente en una posición adelantada. Es menos voluminoso y más cómodo para el paciente, pero puede producir un mayor efecto de elásticos de clase II.

Placas activas para expandir la arcada dental

Una placa activa está formada por una placa base que sirve como soporte en el que se incluyen tornillos o resortes y al que se fijan unos broches. El elemento activo suele ser un tornillo de expansión, colocado de tal manera que mantenga unidas las partes de la placa (v. fig. 11-3). Al accionar el tornillo con una

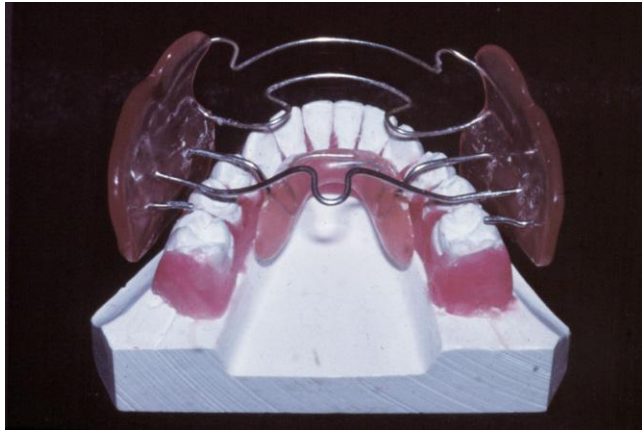


FIGURA 10-8 El aparato de Frankel, montado aquí sobre el modelo inferior, es el único aparato funcional que se sustenta fundamentalmente sobre la mucosa, más que sobre los dientes. Los amplios escudos bucales y almohadillas labiales reducen la presión que ejercen las mejillas y los labios sobre la dentición, y permiten la expansión de la arcada superior que suele necesitarse como parte de una corrección de clase II; la almohadilla lingual es lo que determina la posición mandibular. El aparato parece bastante voluminoso, pero en su mayor parte se limita al vestíbulo bucal y, por consiguiente, interfiere menos en la fonación y es más compatible que la mayoría de los demás diseños funcionales con un uso continuado durante las 24 h del día.

llave, se separan las partes de la placa. El tornillo tiene la ventaja de que permite controlar la magnitud del movimiento, y la placa base mantiene su rigidez a pesar de estar dividida en dos partes. Pero también tiene el inconveniente de que el sistema de fuerzas es muy diferente del que sería ideal para mover los dientes. En vez de producir una fuerza leve pero continua, la activación del tornillo proporciona una fuerza elevada que declina rápidamente. Si se activa el aparato con excesiva rapidez, el aparato se aleja progresivamente de los dientes en lugar de expandir la arcada como sería deseable.

Aparatos de quita y pon con resortes para el movimiento dental

A diferencia de las fuerzas intensas y rápidamente decrecientes que produce un tornillo, el uso de resortes en un aparato de quita y pon puede proporcionar fuerzas leves y continuas, prácticamente óptimas. Sin embargo, igual que los bordes de una placa activa, estos resortes solo entran en contacto con el diente en un punto, y es difícil usarlos para otra cosa que no sea la inclinación de los dientes (aunque en teoría sería factible) (fig. 10-10). Por consiguiente, el movimiento dental con un resorte de un aparato de quita y pon solo debe utilizarse cuando resulta aceptable un movimiento de inclinación de algunos milímetros.

Dado que estos aparatos se usan fundamentalmente para efectuar pequeños movimientos dentales en niños, se describen más detalladamente en los capítulos 11 y 12.

Tratamiento con alineadores transparentes

Desarrollo de los alineadores transparentes

La aparición de las planchas termoplásticas transparentes moldeadas al vacío en la década de los ochenta permitió el TAT

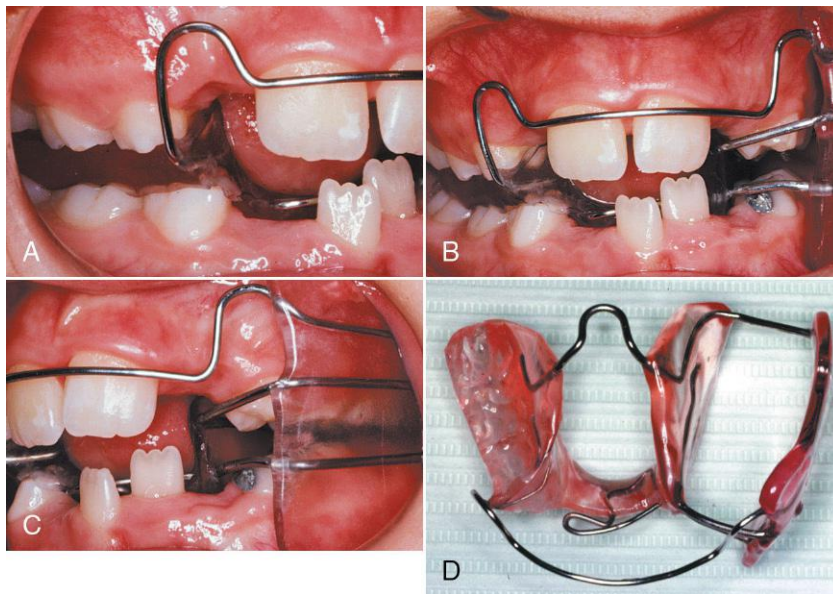


FIGURA 10-9 Un aparato funcional híbrido incluye componentes de un tipo de aparato funcional en un lado y de otro tipo en el otro lado. En un niño con una asimetría facial, un aparato de este tipo puede mejorar los problemas verticales y anteroposteriores. Los dientes pueden erupcionar libremente en el lado izquierdo (en el que se necesita un escudo lingual y otro bucal), mientras que en el otro lado un bloque de mordida dificulta la erupción. La mordida obliga al maxilar inferior a desplazarse hacia la línea media, haciendo avanzar el lado deficitario (el izquierdo en este caso) más que el otro lado. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

para el tratamiento ortodóncico de los adultos. Estos materiales «succionadores» fueron utilizados inicialmente como retenedores y todavía siguen teniendo esta aplicación tan importante (v. capítulo 17). Sin embargo, muy pronto se comprendió que si se ajustaban ligeramente los dientes y se les adaptaba una plancha modelada al vacío, se obtenía un dispositivo para mover los dientes en lugar de un retenedor. Ya se podía decir (y fue lo que

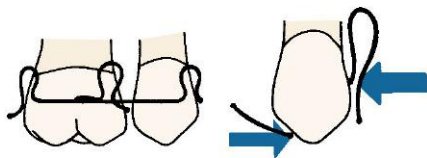


FIGURA 10-10 Representación esquemática del conjunto de resortes necesarios para retraer en bloque un canino con un aparato de quita y pon. El resorte del lado mesial del canino ejerce más fuerza que el resorte distal, con lo que resulta una fuerza neta que desplaza el canino en sentido distal, mientras que la acción opuesta de ambos resortes genera el par necesario para controlar la posición de la raíz. Aunque en teoría es posible este movimiento en bloque con un aparato de quita y pon y unos resortes dispuestos de este modo, el ajuste de dichos resortes y la disposición de los ganchos plantean una gran complejidad en la práctica clínica. Para un movimiento en bloque eficaz se requiere un aparato fijo.

sucedía rápidamente) que aquello era un «alineador», ya que se usaba generalmente para realinear los dientes que estaban desplazados ligeramente como, por ejemplo, cuando se producía una irregularidad leve de los incisivos superiores o inferiores en un paciente ortodóncico al retirarle los retenedores.

No obstante, con un alineador solo se pueden conseguir movimientos dentales muy limitados, debido a la rigidez del material plástico. Para conseguir cambios algo mayores había que remodelar el alineador o fabricar uno nuevo sobre un modelo reciente con los dientes más ajustados. Dado que el material «succionador» se reblandece y se puede moldear cuando se calienta, se podría modificar la forma de un alineador con un instrumento caliente,² y para prolongar la utilidad de los alineadores se propuso usar unos alicates calentados especiales para este tipo de remodelación, con el objeto de evitar los costes y la complejidad de tener que fabricar varios alineadores nuevos (fig. 10-11). Esto seguía permitiendo solo un movimiento dental muy limitado, y se requería mucha pericia para efectuar el cambio exacto en el alineador. El plástico tiene el gran inconveniente de que solo se puede distender unos 3 mm como máximo (en incrementos de 1 mm) y después se vuelve muy fino y no se puede aplicar ninguna fuerza. Más recientemente, se han usado salientes de plástico duro que encajan en un agujero del alineador para modificarlo y permitir un mayor movimiento de los dientes;



FIGURA 10-11 Se pueden usar unos alicates calentados a la temperatura correcta (que es necesario comprobar) para crear una depresión en un alineador con el objeto de incrementar el desplazamiento de un diente determinado sin necesidad de tener que fabricar un alineador totalmente nuevo. **A.** Calentamiento de los alicates especiales. **B.** Comprobación de la temperatura. **C.** Creación de una depresión en el alineador, en este caso para incrementar el desplazamiento de un incisivo central superior. **D.** El alineador modificado, una vez colocado, que ejerce mayor presión sobre el incisivo central.

esto tiene la ventaja de que el plástico del alineador no se estira ni disminuye de espesor.³

A pesar de estas mejoras, los alineadores remodelados no representan una solución práctica para aquellos problemas ortodóncicos en los que hay que mover bastantes dientes. Quedó bien claro que se necesitaría una sucesión de varios alineadores, fabricados sobre una serie de moldes con algún ajuste de los dientes en pequeños incrementos (nunca más de 1 mm) en una posición nueva para poder corregir incluso una mala alineación leve. Aunque se puede fabricar a mano una sucesión de moldes dentales modificados y una secuencia breve de dos a cinco alineadores fabricados con esos moldes puede servir para un movimiento dental limitado, esto puede llevar demasiado tiempo y ser muy difícil si se necesita algo más que unos pocos alineadores.

A finales de la década de los noventa, una compañía nueva (Align Technology) obtuvo capital de riesgo para poder informatizar el proceso de fabricación de una sucesión de moldes con cambios graduales sobre los que se podrían modelar los alineadores. El método utilizado actualmente (que se ilustra detalladamente más adelante) consiste en escanear los dientes del paciente con un escáner intraoral que combina un sistema láser y óptico para generar un modelo digital, realizar una serie de cambios progresivos en el mismo y producir una sucesión de modelos estereolitográficos correspondientes para la fabricación de los alineadores. Con una planificación minuciosa se podría obtener una sucesión de alineadores que permitirían corregir problemas más complejos. Desde un primer momento se comprendió que, como no era posible predecir los cambios del crecimiento, este método solo valdría para tratar a adultos o adolescentes en los que no hubiera que modificar el crecimiento, pero estos son los pacientes que están más interesados en que su aparato ortodóncico sea invisible o apenas visible.

Esta novedad fue presentada mediante una campaña publicitaria en televisión de «Invisalign», ideada para despertar el interés de los consumidores por esta nueva modalidad. En los primeros momentos del tratamiento con Invisalign surgieron muchos problemas debido a que no se había establecido correctamente el plan de tratamiento, las velocidades óptimas de movimiento dental y las indicaciones para el uso de los anclajes en los dientes, y en un primer momento este método solo consiguió una aceptación desigual por parte de los profesionales. No obstante, la técnica ha madurado gracias a que las evaluaciones clínicas han permitido determinar la secuencia ideal de tratamiento y la cuantía de movimiento dental que se debe intentar de forma escalonada; además, el uso de aparatos de color dental cementados a los dientes ha mejorado la sujeción del aparato a los dientes y la posibilidad de moverlos. Aunque sorprendentemente se han publicado muy pocos trabajos sobre los resultados del tratamiento con Invisalign, no cabe ninguna duda de que actualmente es posible tratar de este modo a muchos adultos con maloclusiones complejas (v. capítulo 18). Dado que las patentes van expirando o aparecen alternativas satisfactorias, es muy probable que otras empresas de la competencia puedan ofrecer alineadores secuenciados basados en modificaciones de las técnicas usadas actualmente.

Proceso de fabricación de Invisalign

Pasos para preparar los alineadores. Los registros diagnósticos para el TAT son similares a los de cualquier otro tipo de tratamiento ortodóncico, pero para los alineadores secuen-

ciados de Invisalign se realiza un escaneado óptico intraoral (que registra además la disposición inicial de la mordida del paciente) o se obtienen impresiones en siloxano de polivinilo (SPV) o un registro de la mordida (en máxima intercuspidadación). Después se envían a la compañía la imagen escaneada o las impresiones y las fotografías, junto con las instrucciones iniciales del odontólogo. El proceso de fabricación comienza con la creación de un modelo digital tridimensional (3-D) muy exacto de cada arcada dental a partir del escáner intraoral o las impresiones (fig. 10-12). Estos registros se transfieren electrónicamente a un centro de tratamiento digital (ubicado en Costa Rica).

En este centro se seccionan digitalmente y se limpian (se eliminan los artefactos visibles) los dientes, se interrelacionan las arcadas dentales, se añaden las encías, se planifican los movimientos de acuerdo con las instrucciones del odontólogo, y se presenta *online* este plan preliminar para que el médico lo revise como un «ClinCheck». Una vez que el odontólogo acepta la sucesión de alineadores propuesta, se transfiere el conjunto de modelos digitales para el paciente a un centro de producción de moldes, en donde se fabrica un modelo estereolitográfico para cada etapa del tratamiento (fig. 10-13). Se forma un alineador de plástico transparente sobre cada modelo y después se envía el juego de alineadores directamente al odontólogo.

El papel del odontólogo y el ClinCheck. Cuando adquieren experiencia, los odontólogos tienden a ser más concretos en su prescripción inicial a la hora de indicar lo que desean, pero si no se detallan la secuencia de pasos a seguir y la cantidad de movimiento entre un paso y el siguiente, el programa informático Treat se encarga de especificar esos aspectos mediante un algoritmo incorporado al mismo. En esencia, cuando se envía el ClinCheck para que el odontólogo lo examine, el técnico informático le ha enviado un borrador del plan de tratamiento para que lo revise (fig. 10-14). El programa informático usado por estos técnicos incluye escenarios por defecto para diferentes tipos de maloclusión y velocidades de movimiento dental por defecto. Estas especificaciones por defecto son válidas para los casos más sencillos, pero no para los más complejos.

Para un tratamiento complejo, el odontólogo debe personalizar el plan, indicando la cuantía y la localización de la reducción interproximal de los dientes (si fuera necesaria) que haya que realizar (fig. 10-15), la sucesión de las fases de movimiento dental, la velocidad de movimiento dental con cada uno de los alineadores sucesivos (a menudo reduciendo la cantidad de movimiento en momentos críticos) y las formas adheridas que haya que usar para incrementar la sujeción del alineador a los dientes.

Factores que influyen en el uso clínico de los alineadores transparentes. Aunque el sistema tiene ya más de 10 años de antigüedad, solo se han publicado algunos estudios sobre los resultados del tratamiento con Invisalign en publicaciones profesionales revisadas por expertos.⁴ En un estudio prospectivo reciente en el que se ha utilizado el programa informático de Invisalign para evaluar la exactitud con que se conseguían los cambios programados y se ha determinado el cociente entre los cambios obtenidos y los previstos, se ha comprobado que la mayor precisión (47%) se consigue durante la constricción lingual de las arcadas dentales, y la más baja (18%) durante la extrusión de los incisivos superiores.⁴ De acuerdo con los

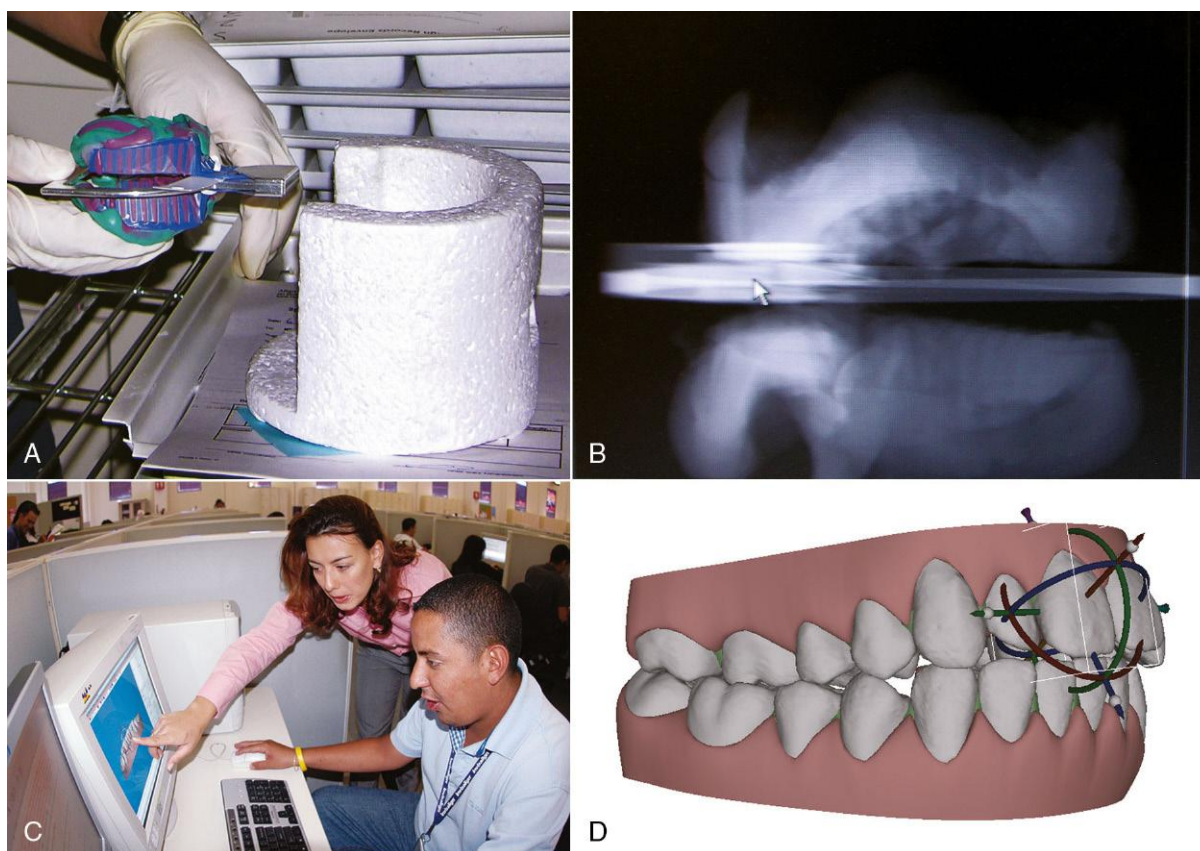


FIGURA 10-12 A. El primer paso en la fabricación de una serie de alineadores mediante la tecnología informática de Invisalign consiste en realizar una TC de las impresiones enviadas por el médico. Las impresiones se introducen en un recipiente especial y después en el escáner de TC. B. De este modo se obtiene una imagen digital tridimensional muy exacta que se transmite a un centro tecnológico constituido totalmente por estaciones informáticas de trabajo. C. En esta fotografía, el técnico sentado delibera con uno de los asesores ortodóncicos mientras visualizan las arcadas dentales digitalizadas en la pantalla del ordenador. D. Utilizando el programa informático del fabricante se puede generar y representar el movimiento virtual de los dientes tal como se desee.

estudios publicados y con los comentarios de los usuarios con más experiencia, parece claro que Invisalign (y los alineadores transparentes, en términos generales) hace algunas cosas bien y otras no tan bien (cuadro 10-1). Conviene tener presentes estas limitaciones a la hora de considerar la posibilidad del TAT.

Otros factores que hay que considerar a la hora de usar alineadores secuenciales son:

- El uso de anclajes cementados a determinados dientes escogidos amplía considerablemente las posibilidades de movimiento dental con los alineadores. En general, resulta casi imposible conseguir un movimiento radicular significativo (como el cierre de los huecos de extracción) sin usar anclajes, como cuando se cierra una mordida abierta elongando los incisivos; utilizando anclajes es posible conseguir ambas cosas (v. figs. 18-40 y 18-41). Incluso si se utilizan anclajes resulta difícil conseguir una rotación importante de los dientes redondeados (caninos y premolares). Se puede cementar un botón a un diente rotado para usar una banda de goma y girarlo mientras el paciente utiliza un alineador (v. fig. 10-14). Cada vez se tiende más a combinar métodos en un tratamiento complejo, utilizando una fase corta de aparatos fijos parciales o medios auxiliares además de la sucesión de alineadores.
- En muchos casos, el plan de tratamiento incluye una reducción del esmalte interproximal (RIP) para conseguir más

CUADRO 10-1

APLICACIONES DEL TRATAMIENTO CON ALINEADORES TRANSPARENTES (TAT)

El TAT funciona bien en:

- El apiñamiento leve-moderado con reducción del esmalte interproximal (RIP) o expansión
- La expansión dental posterior
- El cierre de espacios leves-moderados
- La intrusión absoluta (solo uno o dos dientes)
- La extracción de los incisivos inferiores por un apiñamiento muy marcado
- La inclinación distal de los molares

El TAT no funcionan bien en:

- La expansión dental por dientes bloqueados
- La extrusión de los incisivos*
- Los caninos altos
- Las rotaciones muy marcadas (especialmente de dientes redondos)
- La nivelación mediante intrusión relativa
- El enderezamiento de los molares (de cualquier diente con depresiones importantes)
- La traslación de los molares*
- El cierre de los espacios de extracción de los premolares*

*Es posible si se utilizan anclajes.

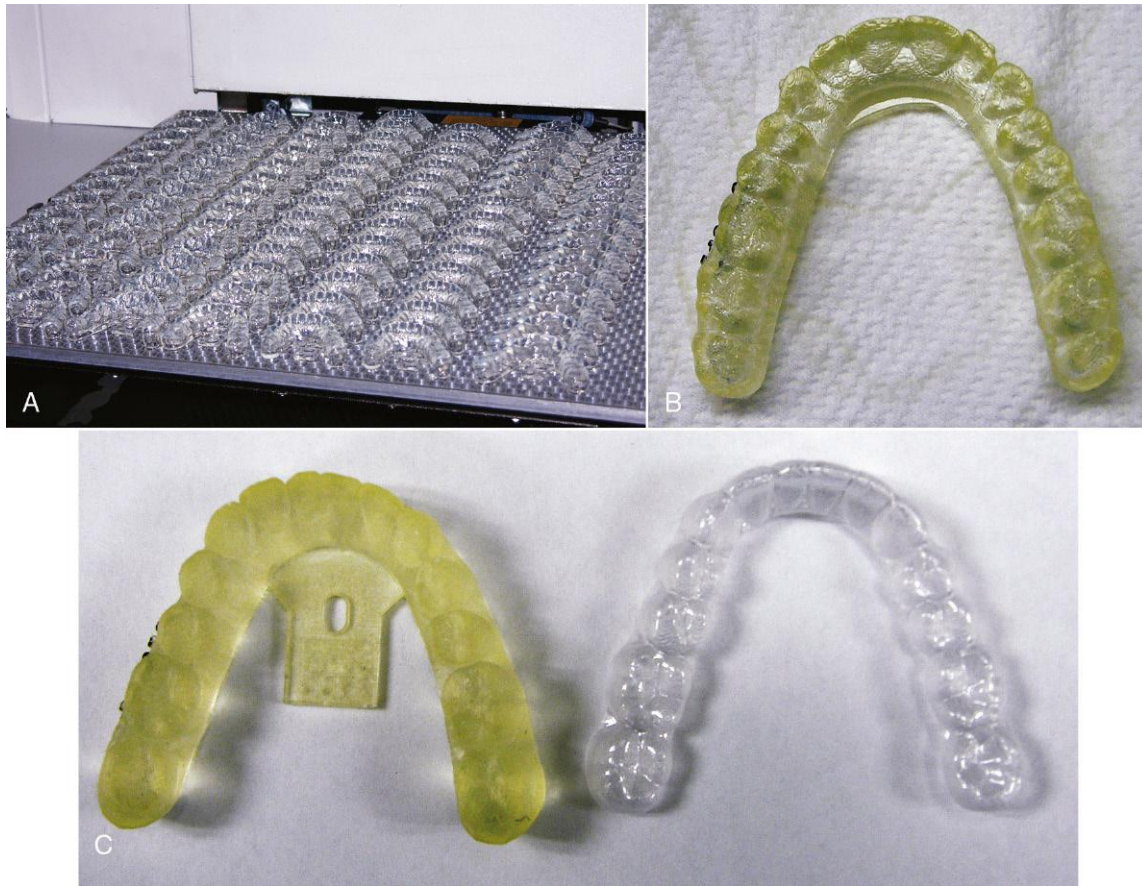


FIGURA 10-13 Una vez ajustada (si así se desea) la secuencia de fases del tratamiento y aprobada por el médico, que puede acceder electrónicamente a los modelos digitales después de reunir la secuencia de tratamiento preliminar, se usan los modelos para fabricar una sucesión de moldes estereolitográficos y se elabora una secuencia de alineadores sobre los moldes. **A.** Moldes estereolitográficos saliendo de la máquina de fabricación. **B.** Primer plano de un molde estereolitográfico. **C.** Molde estereolitográfico y alineador fabricado a partir del mismo.

espacio y así poder alinear los dientes apiñados. Si se prevé una RIP, se puede suprimir esmalte interproximal de la región canina-premolar para conseguir espacio, además de reducir la anchura de los incisivos. El odontólogo debe indicar la cuantía de la reducción interproximal como parte de su prescripción (v. fig. 10-15).

- Conviene vigilar estrechamente a los pacientes para verificar que el movimiento dental se corresponde con la serie de alineadores (es decir, que todos los dientes asientan perfectamente dentro del alineador después de haberlo utilizado durante el período de tiempo especificado). Si los dientes no coinciden, existen varias posibilidades: el paciente no ha desgastado suficientemente los alineadores, la reducción interproximal ha sido insuficiente, las coronas no tienen la altura o la forma necesarias para poder sujetarlas al diente o los dientes que se vayan a mover, se ha utilizado un tipo de anclajes adheridos equivocado o en una posición incorrecta, o el movimiento creado en ClinCheck es demasiado rápido desde el punto de vista biológico. Durante el tratamiento de los problemas complejos a menudo hay que efectuar reajustes o correcciones sobre la marcha, utilizando para ello un nuevo escaneado intraoral o impresiones en SPV y revisando el plan de tratamiento.
- Los alineadores cubren los dientes igual que una cubeta de blanqueamiento, y pueden aprovecharse durante el

tratamiento para blanquear los dientes (a no ser que el paciente tenga anclajes adheridos en los dientes anteriores). En este caso, conviene recordar que el movimiento dental provoca una pulpitis pasajera, lo mismo que el blanqueamiento. La combinación de ambos tratamientos puede inducir sensibilidad dental intensa. Esto se puede controlar aumentando los intervalos entre las sesiones de blanqueamiento, pero normalmente es mejor posponer el blanqueamiento hasta la fase de retención.

En el capítulo 18 se describen más detalladamente las aplicaciones clínicas de los alineadores transparentes como parte del tratamiento global y complementario.

APARATOS FIJOS

Los aparatos fijos contemporáneos representan predominantemente variaciones del sistema de arco de canto. El único sistema de aparatos fijos utilizado actualmente que no incluye arcos de alambre rectangular en una ranura rectangular es el aparato de Begg, y los odontólogos que lo utilizan han demostrado un interés renovado por estos arcos de alambre rectangular como parte de la fase de acabado, ya que el aparato de Begg original se ha transformado en el aparato Tip-Edge. Debido a ello, en



FIGURA 10-14 A. La ficha Clincheck de Invisalign, una vez modificada por el odontólogo, muestra los lugares en donde irán ubicados los anclajes cementados, así como los diferentes pasos de la secuencia de tratamiento y la cantidad de movimiento dental en cada paso. En el caso de este paciente, los anclajes cementados irán colocados tal como se indica en las imágenes frontal y oclusal superior. B. Los anclajes cementados en la superficie vestibular de los dientes (mismo paciente de la ficha Clincheck) son de plástico transparente y pueden tener diferentes formas. Son necesarios para producir rotación o extrusión y facilitan otros tipos de movimiento dental. C y D. Se puede cementar un botón en la superficie lingual de un diente que sea difícil de rotar, y usar una banda de goma para hacerlo rotar junto con el alineador.

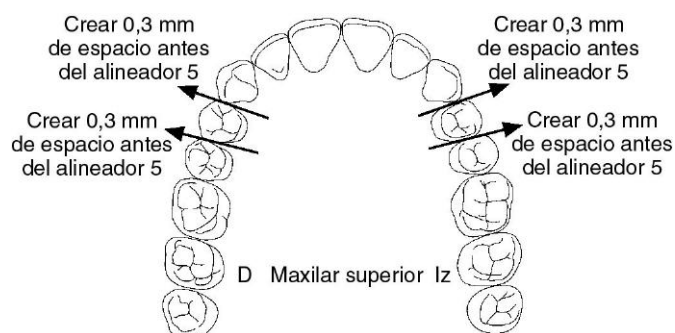


FIGURA 10-15 Ficha de reaproximación de Invisalign (mismo paciente de la fig. 10-14) en la que se especifica la cantidad de esmalte que hay que eliminar de los dientes y el momento de la secuencia de alineadores en el que se llevará a cabo la reaproximación. En este caso, hay que reducir ligeramente la anchura de los incisivos superiores para facilitar su alineación.

este capítulo y en capítulos sucesivos nos centraremos casi exclusivamente en el aparato de arco de canto actual, con algunas referencias ocasionales a la técnica de Begg modificada.

La evolución de los aparatos fijos actuales

La progresión de Angle hasta el aparato de arco de canto

La posición de Edward Angle como «padre de la ortodoncia moderna» se debe no solo a sus contribuciones a la clasificación y el diagnóstico, sino también a su creatividad a la hora de idear nuevos aparatos ortodóncicos. Salvo contadas excepciones, los aparatos fijos que se utilizan en la ortodoncia actual se basan en los diseños realizados por Angle a comienzos del siglo xx. Angle ideó fundamentalmente cuatro sistemas de aparatos:

Arco E. A finales del siglo xix, un aparato ortodóncico característico dependía de algún tipo de estructura rígida a la que se unían los dientes para poder expandirlos hasta conseguir

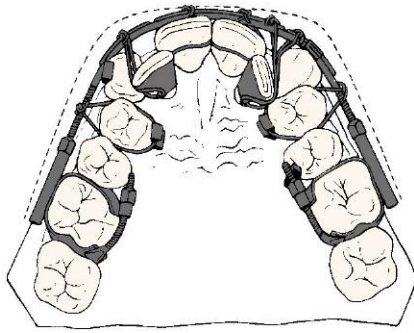


FIGURA 10-16 Arco E de Edward Angle, de principios del siglo xx. Se usaban unas ligaduras unidas a un arco labial muy grueso para arrastrar los dientes mal colocados hacia la línea de oclusión.

la forma de arcada condicionada por el aparato. El arco E, el primer aparato de Angle, representaba una mejora de este diseño básico (fig. 10-16). Se colocaban unas bandas únicamente en los molares, y se tendía un arco de alambre labial muy grueso alrededor de la arcada. Se trenzaba el extremo del alambre y se colocaba una tuerca pequeña en el segmento trenzado para poder adelantar el arco de alambre e incrementar el perímetro de la arcada. Cada uno de los dientes iba ligado simplemente a este arco de expansión. Este aparato podía encontrarse todavía en la década de los ochenta en los catálogos de venta por correo de algunos laboratorios de ortodoncia, debido probablemente a su simplicidad, y a pesar de que solo podían suministrar una fuerza interrumpida y muy intensa.

Pin y tubo. El arco E solo podía inclinar los dientes a una nueva posición. No permitía colocar con precisión un diente determinado. Para solventar esta dificultad, Angle colocó bandas en otros dientes y utilizó un tubo vertical en cada diente, en el que introducía una aguja soldada a un arco de alambre más pequeño. Con este aparato conseguía mover los dientes recolocando cada una de las agujas en las sucesivas sesiones de tratamiento.

Para fabricar y ajustar este aparato de pin y tubo se requería una destreza increíble y, aunque en teoría permitía una gran precisión en el movimiento dental, resultaba poco práctico. Se dice que solo el propio Angle y uno de sus estudiantes llegaron a dominar el uso de este aparato. Disponía de un arco base relativamente grueso, lo que implicaba que los resortes eran de mala calidad, y esto complicaba aún más el problema debido a la necesidad de efectuar numerosos ajustes menores.

Arco de cinta. En su siguiente aparato, Angle modificó el tubo colocado en cada diente, y le dotó de una ranura rectangular vertical en su parte posterior. Seguidamente, introducía un arco de alambre de oro en forma de cinta de 10×20 en la ranura vertical y lo sujetaba con agujas (fig. 10-17). El arco de cinta constituyó un éxito inmediato, debido fundamentalmente a que el arco de alambre (a diferencia de sus predecesores) era bastante pequeño y muy elástico y, por consiguiente, permitía alinear muy bien los dientes mal colocados. Aunque el arco de alambre se podía retorcer al introducirlo en su ranura, el principal punto débil de este aparato consistía en que proporcionaba un control relativamente insuficiente de la posición radicular. La elasticidad del arco de alambre de cinta sencillamente no permitía generar el momento de fuerza necesario para hacer girar las raíces a una nueva posición.

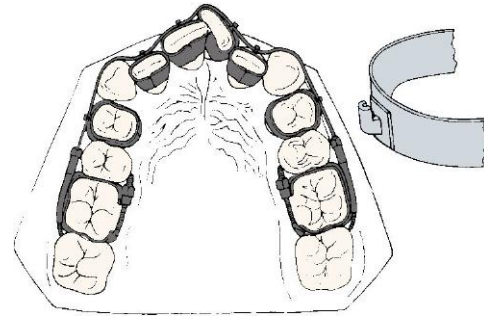


FIGURA 10-17 Aparato de arco de cinta de Angle. Aparecido hacia el año 1910, permitía alinear los dientes bastante bien, pero era demasiado flexible para poder colocar con exactitud las raíces.

Arco de canto. Para resolver las deficiencias del arco de cinta, Angle cambió la ranura vertical por una horizontal e insertó un alambre rectangular con una orientación perpendicular a la que utilizaba en el arco de cinta; de ahí el nombre de «arco de canto» (fig. 10-18). Cambió las dimensiones de la ranura a 22×28 mil y utilizó un alambre de metal precioso de 22×28 . Estas dimensiones, a las que se llegó tras una minuciosa experimentación, permitieron un excelente control de la posición de la corona y de la raíz en los tres planos del espacio.

Desde su aparición en 1928, este aparato se convirtió en la piedra angular de la aparatología fija multibandas, aunque el arco de cinta siguió utilizándose de forma rutinaria durante algunas décadas.

Otros sistemas de aparatos fijos iniciales

Labiolingual, de alambres gemelos. Antes de Angle, simplemente nadie había utilizado anclajes en dientes individuales, y no fueron muchos los que compartieron la preocupación de Angle por colocar con exactitud cada diente mientras este vivió. Además de una serie de aparatos de quita y pon con resortes digitales para reubicar los dientes, los principales sistemas de aparatos utilizados durante la primera mitad del siglo xx fueron el aparato labiolingual, que utilizaba bandas sobre los primeros molares y una combinación de arcos de alambre linguales y labiales muy gruesos a los que se soldaban unos resortes digitales para mover los dientes por separado, y el aparato de alambres gemelos. Este aparato incluía bandas para los incisivos y los molares y dos arcos de alambre gemelos de acero de 10 mil para alinear los incisivos. Estos alambres eran muy delicados y estaban protegidos por unos tubos alargados que iban desde los molares hasta casi llegar a los caninos. Sin embargo, ninguno de estos aparatos producía más que movimiento de inclinación, salvo con algunas modificaciones especiales y muy inusuales. Ya no se utilizan actualmente.

Aparato de Begg. Si tenemos en cuenta la insistencia de Angle para expandir las arcadas en lugar de extraer los dientes para solucionar los problemas de apiñamiento, resulta irónico que el aparato de arco de canto proporcionara finalmente el control de la posición radicular necesario para que el tratamiento de extracción tuviera éxito. Este aparato empezó a ser utilizado para este cometido a los pocos años de su aparición. Charles Tweed, uno de los últimos alumnos de Angle, fue el primero en adaptar el aparato de arco de canto para el tratamiento de extracción en EE. UU. De hecho, apenas tuvo que modificar el

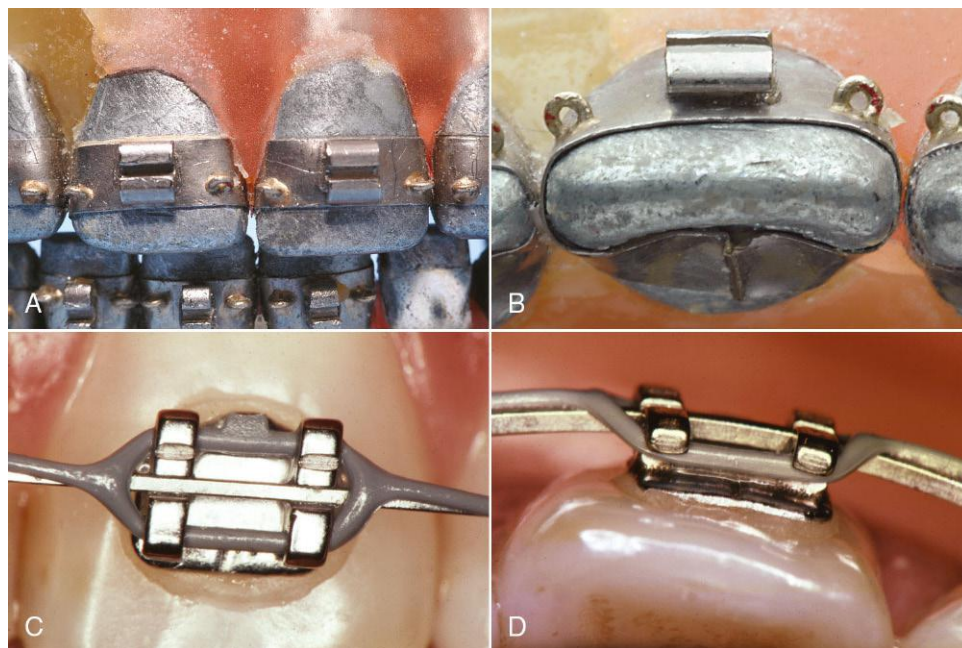


FIGURA 10-18 A y B. El aparato de arco de canto de Angle debía su nombre a que el arco de alambre se introducía perpendicularmente al plano de inserción del arco de cinta, razón por la que era más ancho que alto. El alambre rectangular podía retorcerse para generar un par de torsión (v. fig. 10-22). Iba unido a una ranura rectangular por medio de ligaduras de alambre, lo que permitía controlar muy bien la posición de las raíces. En la imagen se puede ver el aparato original sobre un tipodonte. Se pueden ver los brackets estrechos (de anchura doble para los incisivos centrales superiores, que son más anchos), que iban soldados a bandas de oro. También se pueden ver los ojales soldados a las esquinas de las bandas. Se usaban para las ligaduras con el arco de alambre, necesarias para controlar la rotación. C y D. Primeros planos de un bracket gemelo para arco de canto moderno con un arco de alambre rectangular insertado. El alambre se sujeta al bracket mediante una ligadura elastomérica, que en este caso forma parte de una cadena de ligaduras que mantiene además los espacios cerrados entre los dientes.

aparato. Tweed movía los dientes en bloque y utilizaba la técnica de la subdivisión para controlar el anclaje; primero deslizaba los caninos distalmente a lo largo del arco de alambre, y después retraía los incisivos (v. fig. 9-33).

Raymond Begg había aprendido a utilizar el aparato de arco de cinta en la escuela de Angle antes de regresar a Australia en los años veinte. Begg trabajó por su cuenta en Adelaida y llegó también a la conclusión de que a menudo era necesario extraer algunos dientes; por este motivo, intentó adaptar el aparato de arco de cinta para poder controlar mejor la posición radicular.

Begg efectuó tres adaptaciones: 1) sustituyó el arco de cinta de metal precioso por un alambre redondo de acero inoxidable de 16 mil muy resistente cuando una compañía australiana empezó a distribuirlo a finales de los años treinta; 2) conservó el bracket original del arco de cinta, pero le dio la vuelta para que la ranura apuntara en sentido gingival en vez de oclusal, y 3) añadió algunos resortes auxiliares al aparato para poder controlar la posición de las raíces. En el aparato ideado por Begg (fig. 10-19)⁵ la fricción era mucho menor debido a que la superficie de contacto entre el estrecho bracket del arco de cinta y el arco de alambre era muy reducida, y también era muy limitada la fuerza que ejercía el alambre contra el bracket. El contacto era muy limitado, ya que la estrategia utilizada por Begg para controlar el anclaje consistía en inclinar/enderezar (v. fig. 8-21), y la inclinación reduce el ángulo de contacto entre el alambre y la esquina del bracket.

Aunque los registros de los progresos conseguidos con sus métodos parecían muy diferentes, no debe sorprendernos que



FIGURA 10-19 En el aparato de Begg se utiliza una modificación del anclaje de arco de cinta, en el que se insertan arcos de alambre redondo. En este sistema se usa una variedad de arcos de alambre auxiliares para controlar la posición de las raíces. En el caso de este paciente, en una fase avanzada de su tratamiento, el arco de alambre inferior se ha sujetado a los incisivos centrales con agujas de latón, y se han utilizado resortes auxiliares (insertados en la ranura vertical y que también actúan como agujas para retener el arco de alambre) para colocar las raíces de varios dientes (pueden verse claramente en los incisivos centrales superiores, activados para desplazar distalmente las raíces).

Begg y Tweed consiguieran un control global del anclaje muy similar, ya que ambos empleaban dos pasos para compensar la resistencia al deslizamiento. El aparato de Begg sigue utilizándose en la ortodoncia actual, aunque su popularidad ha decaído y ahora se utiliza una modalidad híbrida, con brackets que permiten utilizar alambres rectangulares durante el acabado (fig. 10-20).⁶ Constituye un aparato completo, en el sentido de que permite controlar adecuadamente la posición de la corona y la raíz en los tres planos del espacio.

Arco de canto actual

El aparato de Begg alcanzó gran popularidad en la década de los sesenta debido a que era más eficiente que el aparato de arco de canto utilizado en esa época, en el sentido de que permitía obtener resultados equiparables en menos tiempo. Posteriormente, la situación se ha invertido: el aparato de arco de canto actual ha evolucionado considerablemente respecto del diseño original, mantiene al mismo tiempo el diseño básico de un alambre rectangular en una ranura rectangular, y ahora resulta más eficiente que el aparato de Begg; esta es la razón de su uso prácticamente universal en la actualidad. Estos son los principales avances en la evolución del aparato de arco de canto:

Control automático de la rotación. En su aparato original, Angle soldó unos ojales a las esquinas de las bandas para poder usar una ligadura independiente para corregir las rotaciones o controlar la tendencia de los dientes a girar durante su movimiento (v. fig. 10-18). Actualmente, es posible controlar la rotación sin necesidad de una ligadura adicional, utilizando brackets gemelos o brackets aislados con alas de extensión que contactan con la parte lateral del arco de alambre (brackets de

Lewis o Lang) (fig. 10-21) para conseguir más fácilmente el momento necesario en el plano espacial de rotación.

Modificaciones en las dimensiones de la ranura de los brackets. En el capítulo 9 comentábamos la importancia de reducir el tamaño de la ranura original de Angle de 22 a 18 mil, así como las implicaciones de usar una ranura mayor con alambres de acero de menor diámetro. En esencia, actualmente existen dos aparatos modernos de arco de canto, ya que los aparatos de ranuras de 18 y de 22 tienen algunas aplicaciones bastante diferentes. En los capítulos 14-16 analizamos dichas diferencias.

Prescripciones de alambres rectos. Angle utilizaba el mismo tipo de bracket en todos los dientes, igual que los demás sistemas de aparatos. En la década de los ochenta, Andrews introdujo modificaciones en los brackets para los diferentes dientes con el objeto de suprimir los numerosos dobleces que había que realizar en los arcos de alambre para compensar las diferencias en la anatomía dental, y la adhesión facilitó considerablemente el uso de brackets diferentes para cada uno de los dientes. El resultado fue el aparato de «alambres rectos»,⁷ que constituyó un paso fundamental para mejorar la eficiencia del aparato de arco de canto.

En el arco de canto original se necesitaban algunos dobleces vestibulolinguales en los arcos de alambre (*dobleces de primer orden*, o *de dentro-afuera*) para compensar las diferencias en el contorno de la superficie labial de cada uno de los dientes. En el aparato actual, esta compensación se ha incorporado a la base del propio bracket. Esto reduce la necesidad de incluir dobleces de compensación, aunque no la elimina totalmente debido a las variaciones individuales en el grosor de los dientes.

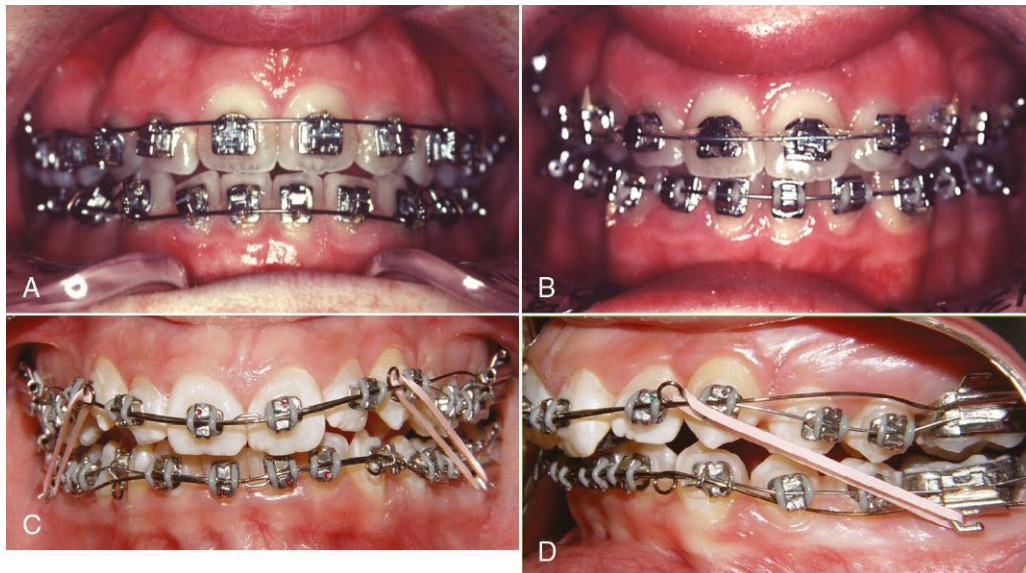


FIGURA 10-20 Utilizando unos brackets modificados, como este bracket de fase 4 con una ranura de arco de canto (de 18×25 o 21×25) y una ranura gingival de 22×32 en la que se puede retener un alambre con una aguja, se pueden combinar los principios mecánicos de los aparatos de Begg y de arco de canto. **A.** En este paciente en la primera fase de su tratamiento se han fijado con agujas unos alambres de NiTi (lo que permite el movimiento libre dentro de la ranura, a diferencia de la ligadura que los sujetan en la ranura de arco de canto). **B.** En una fase más avanzada del tratamiento, se ligan a la ranura del arco de canto unos alambres más gruesos. **C.** Bracket Tip-Edge, que incluye una ranura rectangular abierta a un lado para permitir la inclinación de la corona en esa dirección sin una deflexión incisal del arco de alambre. Esto permite inclinar los dientes en la fase inicial del tratamiento, pero se puede usar un alambre rectangular para la torsión durante el acabado. **D.** Brackets Tip-Edge en la fase inicial del tratamiento, con arcos de alambre de acero de diámetro reducido. (A y B, por cortesía del Dr. W. J. Thompson; C y D, por cortesía del Dr. D. Grauer.)

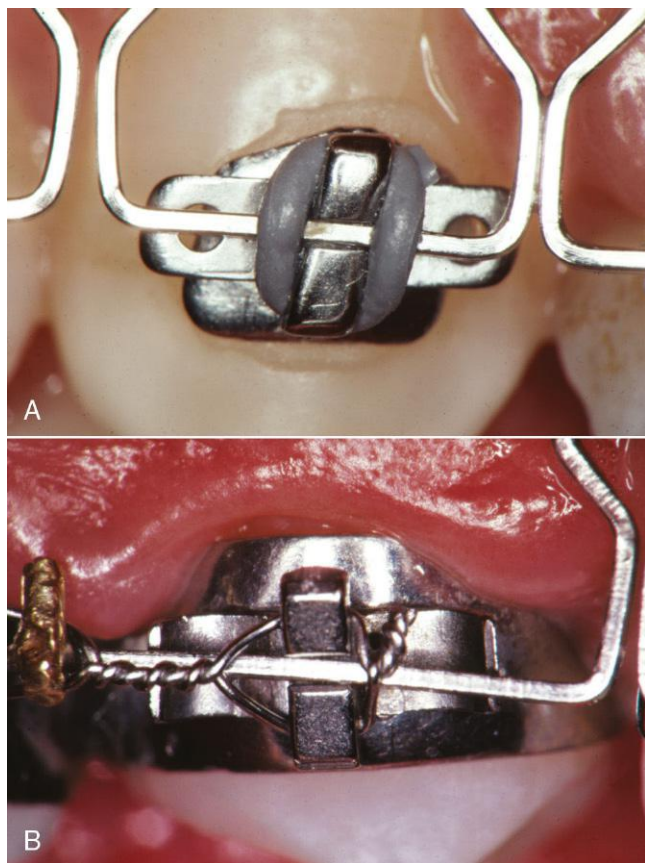


FIGURA 10-21 En los aparatos de arco de canto actuales se puede controlar la rotación con brackets gemelos (como se puede ver en la fig. 10-20, C y D) o brackets individuales con aletas antirrotación. **A.** Bracket cementado de una sola aleta (de Lang) con brazos antirrotación. **B.** Bracket de una sola aleta (de Lewis) soldado a una banda premolar. Tanto en **A** como en **B** se puede ver que el extremo de un brazo antirrotación entraría en contacto con la parte posterior del arco de alambre si el diente empezara a rotar, generando el par antirrotación necesario. Se puede ver igualmente que el alambre rectangular, de tamaño ligeramente inferior, atraviesa el bracket formando un ángulo y generando un momento de torsión para controlar la posición de las raíces.

Para poder colocar correctamente las raíces de la mayoría de los dientes es necesario angular los brackets respecto del eje longitudinal del diente. Originalmente, para conseguir esta colocación radicular mesiodistal se necesitaban algunos dobleces angulados en el arco de alambre; era lo que se conocía como dobleces de *segundo orden*, o de *inclinación*. La angulación del bracket o de su ranura permite limitar o eliminar la necesidad de estos dobleces.

Dado que la superficie vestibular de cada uno de los dientes presenta una inclinación muy variable en relación con la vertical verdadera, en el arco de canto original había que efectuar una torsión variable (conocida como dobleces de *tercer orden*, o de *torsión*) en determinados segmentos de cada arco de alambre rectangular, para que el alambre encajase de forma pasiva. Todos los pacientes necesitaban dobleces de torsión en todos los arcos de alambres rectangulares (y no solo cuando había que mover las raíces en sentido vestibular o lingual) con el objeto de evitar movimientos inadvertidos de los dientes colocados correctamente. En el arco de canto convencional, las ranuras de los brackets

están inclinadas para compensar la inclinación de la superficie vestibular, de manera que los dobleces de tercer orden no son tan necesarios.

La angulación y los valores de torsión que se incorporan a los brackets suelen definirse como la *prescripción del aparato*. Evidentemente, cualquier prescripción basada en los valores medios de una población solo permitirá colocar bien los dientes considerados normales y no corregirá los casos que se salen de la media dentro de una población normal.

El aparato de arco de canto sigue evolucionando. Al final de este capítulo revisamos detalladamente los aparatos que se comercializan actualmente y sus prescripciones de brackets. Pero antes de pasar a los mismos, examinemos el embandado y la cementación como medios para poder fijar el aparato en su posición.

Bandas de anclaje

Indicaciones para el embandado

Hasta la década de los ochenta, la única manera práctica de colocar una fijación anclada consistía en adherirla a una banda que pudiera cementarse sobre un diente. Los ortodoncistas pioneros de principios del siglo xx utilizaban bandas de bronce, que se ajustaban alrededor de los molares mediante anclajes atornillados. Únicamente tras la aparición de bandas de oro a medida que se fabricaban con unos alicates especiales fue posible colocar anclajes cementados en muchos dientes. El uso de bandas de acero preformadas se generalizó en la década de los sesenta, pero actualmente se usan fundamentalmente para los molares.

Los brackets cementados presentan numerosas ventajas, y por esta razón ya no resulta apropiado embandar todos los dientes. No obstante, sigue habiendo algunas indicaciones para usar una banda en lugar de un anclaje adherido:

1. Dientes que vayan a soportar fuerzas intensas e intermitentes sobre sus anclajes. Esta es la principal indicación para el embandado en la actualidad. Un ejemplo excelente sería el de un primer molar superior sobre el que se aplica una fuerza extraoral a través de un casquete. Para oponerse a las fuerzas tangenciales y de torsión que suelen observarse al colocar o retirar el arco facial es mejor utilizar una banda de acero que un anclaje cementado.
2. Dientes que vayan a necesitar anclajes labiales y linguales, como un molar con un casquete y tubos para un arco lingual. Si se suelta alguna pieza, el paciente puede tragarse los anclajes linguales cementados aislados que no están unidos a ninguna parte del aparato.
3. Dientes con coronas clínicas cortas sobre las que resulta muy difícil cementar los brackets. Si un tubo o un bracket está fijado a una banda, puede desplazar ligeramente la encía al llevarlo a la posición correcta. Esto es mucho más difícil en el caso de los anclajes cementados. La decisión de embandar en lugar de cementar los segundos premolares en los adolescentes depende generalmente de la longitud de las coronas clínicas.
4. Dientes con restauraciones extensas. Aunque es posible cementar anclajes sobre porcelana, oro o amalgama, la fuerza de adhesión suele ser muy baja, y en el caso de la porcelana, el desprendimiento suele eliminar el brillo y deteriorar su aspecto. Por este motivo, si se dispone de poco

esmalte intacto para el cementado, el embandado puede resultar más sencillo y eficiente.

Aunque hay algunas excepciones, en la ortodoncia actual se prefieren casi siempre los anclajes cementados para los dientes anteriores y los premolares; para los primeros molares suelen utilizarse bandas, especialmente si se necesitan anclajes bucales y linguales, y para los segundos molares se recurre a la cementación si la exposición coronal lo permite, y a las bandas en caso contrario. No obstante, cada vez se utilizan más los anclajes cementados en todos los dientes, especialmente en pacientes mayores que tienen coronas clínicas alargadas y contactos más cerrados.

Pasos para el embandado

Separación. Unos contactos interproximales muy cerrados impiden colocar correctamente una banda, lo que significa que antes del embandado hay que utilizar normalmente algún dispositivo para separar los dientes. Aunque existen muchos tipos de separadores, el principio es el mismo en todos los casos: se coloca un dispositivo para que separe los dientes a la fuerza o actúe como una cuña durante el tiempo necesario para que se produzca el movimiento dental inicial, de tal manera que los dientes estén ligeramente separados para la sesión en la que se vayan a colocar las bandas.

Para separar los dientes posteriores se utilizan fundamentalmente dos métodos: 1) resortes de separación (fig. 10-22), que producen un efecto de tijera por encima y por debajo del contacto, y abren generalmente espacio suficiente para el embandado en 1 semana, aproximadamente, y 2) separadores elastoméricos («donuts»), aplicados tal como se muestra en la figura 10-23, que rodean el punto de contacto, empujando y separando los dientes durante varios días.

Los pacientes toleran mejor los separadores de resortes de acero, tanto al colocarlos y al retirarlos como durante la separación de los dientes. Estos separadores tienden a aflojarse y pueden desprenderse mientras cumplen su cometido, lo que constituye su principal inconveniente y la razón por la que solo se dejan colocados durante algunos días, y nunca más de 1 semana. Los separadores elastoméricos son más difíciles de colocar, pero suelen quedar perfectamente retenidos alrededor del punto de contacto y pueden dejarse colocados durante períodos algo más largos. Los separadores elastoméricos son radiotransparentes, y esto puede plantear un problema grave si se pierde alguno en el espacio interproximal. Conviene utilizar un material elastomérico de color brillante para poder visualizar mejor los separadores que se desplacen; nunca se debe dejar colocado un separador elastomérico durante más de 2 semanas.

Ajuste de las bandas. Actualmente disponemos de una gran variedad de bandas preformadas, de manera que preparar las bandas en el consultorio resulta bastante ineficiente. En la actualidad, casi todas las bandas vienen ya con fijaciones presoldadas. Esto permite ahorrar tiempo y usar plantillas para garantizar la exacta colocación del anclaje.

Para adaptar una banda preformada hay que estirar el acero inoxidable sobre la superficie dental. Esta maniobra sirve para moldear y endurecer al mismo tiempo el material de la banda, que es bastante blando en un primer momento. Esto significa que se necesita una fuerza bastante intensa para asentar una banda preformada. Para generar esta fuerza hay que utilizar los músculos masticadores del paciente, no la fuerza de los brazos del odontólogo o de su ayudante. Los pacientes pueden morder más fuerte y con un control mucho mayor, algo que se pone claramente de manifiesto en las contadas ocasiones en las que un paciente

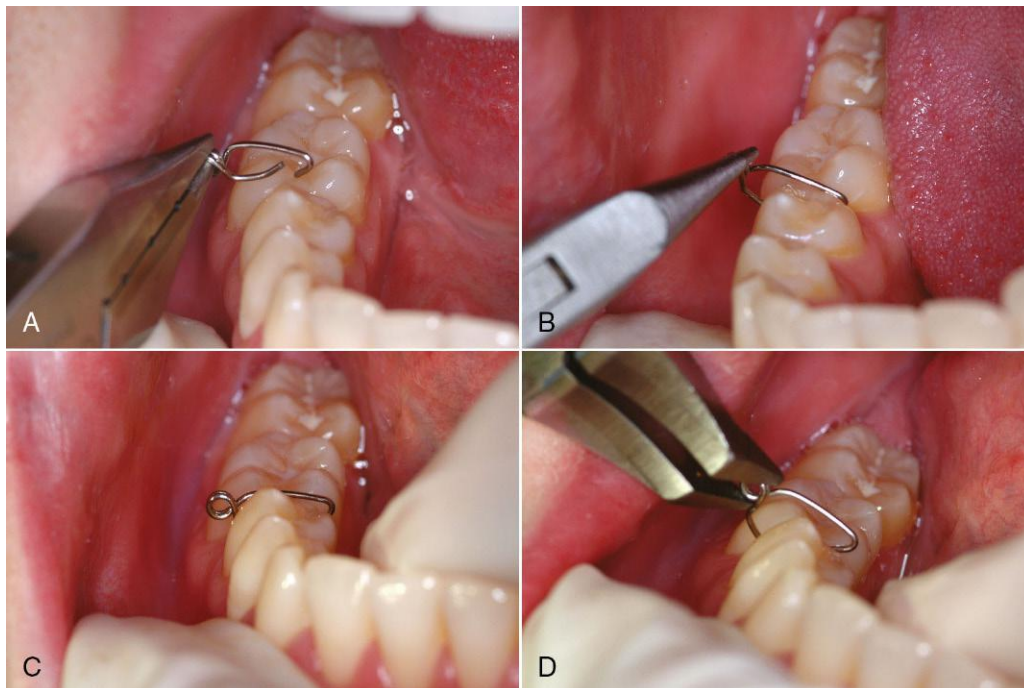


FIGURA 10-22 Separación con resortes separadores de acero. **A.** Se agarra el resorte por la base. **B.** Se coloca el extremo doblado del brazo más largo en la tronera lingual y se tira del resorte para abrirlo, de manera que el brazo más corto pueda deslizarse por debajo del contacto. **C.** El resorte colocado en su posición, con la espiral hacia el lado bucal. **D.** El resorte puede retirarse muy fácilmente comprimiendo la espiral para separar los brazos.

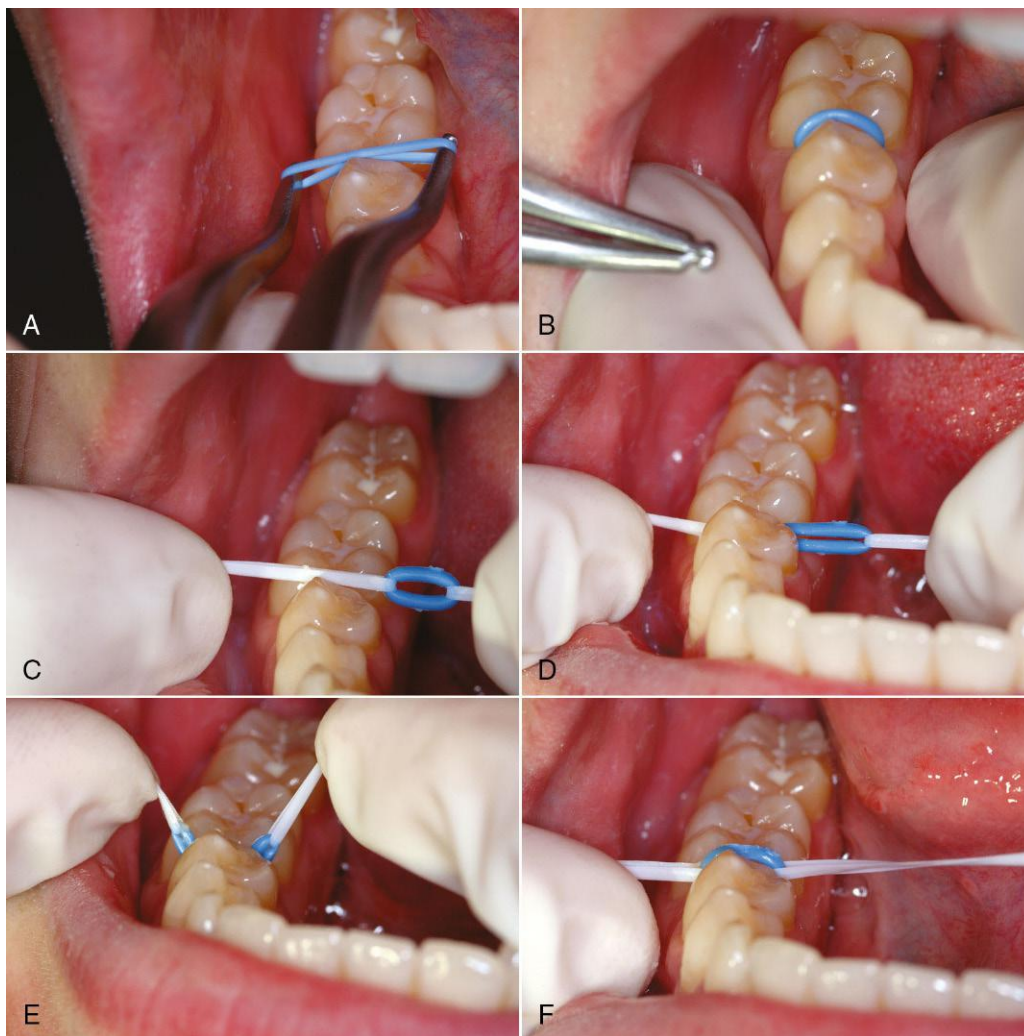


FIGURA 10-23 Separación mediante un anillo elastomérico o «donut». **A.** Se coloca el anillo elastomérico entre las puntas de unos alicates especiales y se estira. A continuación (**B**), se hace pasar un lado a través del contacto y se retiran los alicates para que el donut quede alrededor del contacto. **C.** En lugar de unos alicates especiales se pueden usar dos lazos de hilo dental para estirar el anillo. **D.** Se hace pasar el hilo dental a través del contacto y se tira del anillo hasta colocarlo por debajo del mismo. **E.** Se empuja el anillo hacia arriba. **F.** El anillo se sitúa en posición. A continuación, se retira el hilo dental.

no puede morder la banda para asentarla y el ortodoncista tiene que apretarla con la mano.

Las bandas preformadas están diseñadas para ajustarlas en una secuencia determinada, y es muy importante seguir las instrucciones del fabricante. Una banda típica para un molar superior está diseñada para colocarla inicialmente con la mano sobre las superficies mesial y distal, hasta colocarla casi a la altura de los bordes marginales. A continuación, se la hace descender hasta su posición presionando sobre las superficies mesiobucal y distolingual. Para asentarla definitivamente, el paciente debe morder con fuerza sobre la esquina distolingual. Las bandas para molares inferiores están diseñadas para asentarlas inicialmente presionando con la mano sobre las superficies proximales; después, el paciente tiene que morder con fuerza sobre el borde bucal, pero no sobre el lingual. Para asentar las bandas para los premolares superiores se suele presionar alternativamente sobre las superficies bucal y lingual, mientras que en las bandas para los molares y premolares inferiores hay que presionar con fuerza sobre la superficie bucal exclusivamente.

Cementación. Ahora hay cementos nuevos diseñados específicamente para uso ortodóncico que han desbancado al fosfato de cinc y los cementos de ionómero de vidrio que se utilizaban en el siglo xx. Suelen ser una mezcla de ionómero de vidrio y materiales resinosos, y generalmente son fotopolimerizables. Gracias a estos cementos han disminuido considerablemente los problemas de filtraciones bajo las bandas que conllevaban previamente un riesgo de descalcificación de los dientes embandados.

Antes de colocar una banda ortodóncica hay que recubrir de cemento toda su superficie interior, de manera que no quede metal al descubierto. Al colocar la banda, conviene cubrir la superficie oclusal para que el cemento rezume tanto por los bordes gingivales como por los bordes oclusales de la misma (fig. 10-24).

Anclajes cementados

Principios de la adhesión

La posibilidad de cementar los anclajes y no tener que utilizar bandas fue solo un sueño durante muchos años, hasta que de forma bastante brusca se convirtió en una práctica rutinaria en

la década de los ochenta. La cementación consiste en la unión mecánica de un adhesivo a las irregularidades de la superficie del esmalte dental y a los anclajes mecánicos formados en la base del anclaje ortodóncico. Por consiguiente, para poder conseguir una adhesión ortodóncica satisfactoria conviene prestar especial atención a tres componentes del sistema: la superficie dental y su preparación, el diseño de la base de la fijación y el propio material adhesivo.



FIGURA 10-24 Banda molar lista para cementar. El cemento debe cubrir toda la superficie anterior de la banda. Conviene colocar un dedo enguantado en la parte superior de la banda para llevarla a su posición, con el objeto de retener el cemento en la parte gingival de la misma.

Preparación de la superficie del diente. Antes de cementar un anclaje ortodóncico es necesario eliminar la película de esmalte y crear irregularidades en la superficie del mismo. Para ello, se limpia y se seca con cuidado la superficie del esmalte (procurando evitar una porosidad excesiva) y, a continuación, se trata con un ácido grabador, generalmente ácido fosfórico al 37% sin tamponar, durante 20-30 s. Con este tratamiento se elimina una pequeña cantidad del esmalte interprismático más blando y se abren poros entre los prismas de esmalte, de manera que el adhesivo pueda penetrar en la superficie del mismo (fig. 10-25). Actualmente, la superficie dental suele grabarse e imprimarse en un mismo paso, especialmente cuando se vuelve a cementar un bracket que se haya aflojado o desprendido. La superficie dental no debe contaminarse con la saliva, ya que esta favorece la remineralización inmediata, aunque con los nuevos materiales para la preparación dental no es tan necesario disponer de una superficie dental totalmente seca.

Superficie de los anclajes. La base de un tubo o un bracket cementado adherido debe permitir la formación de una unión mecánica entre el material adhesivo y la superficie de anclaje. En el caso de los brackets cerámicos se puede utilizar adhesión química o una unión mecánica. La unión química puede ser bastante fuerte y causar problemas a la hora de desprenderlos, y por esta razón actualmente se prefiere la adhesión mecánica para los brackets cerámicos y metálicos.

Materiales adhesivos. Un buen material adhesivo debe cumplir una serie de requisitos extraordinarios: debe mantener unas

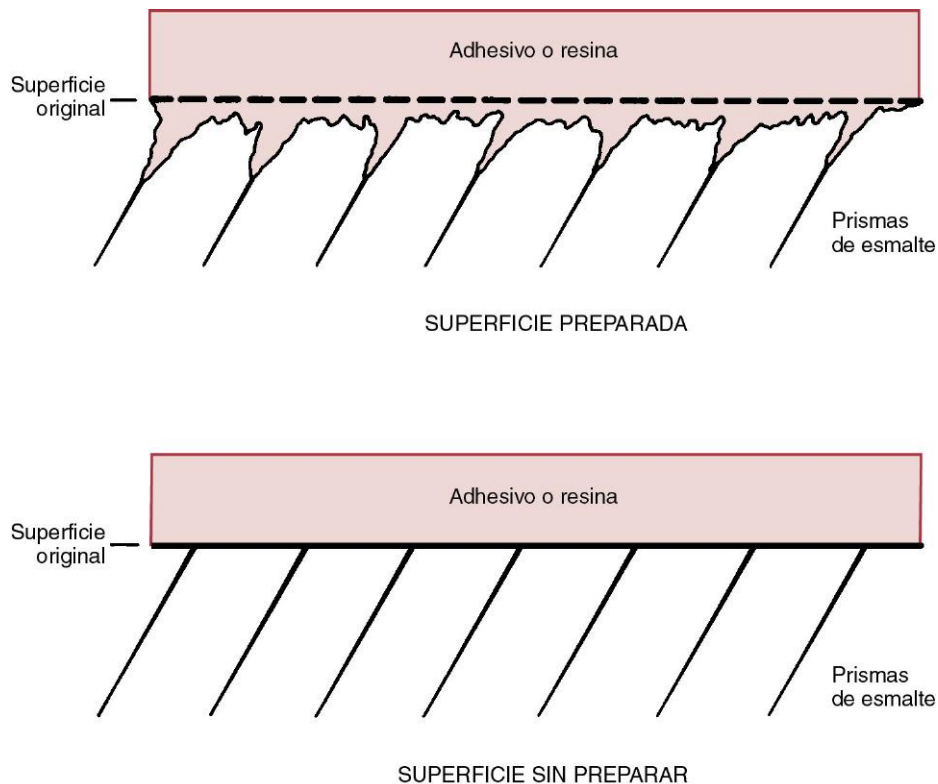


FIGURA 10-25 Representación esquemática del efecto que produce la preparación de la superficie del esmalte antes de la adhesión. El tratamiento previo con ácido fosfórico produce unas irregularidades minúsculas en la superficie del esmalte, lo que permite que el material adhesivo forme unos «entrantes» que se entrelazan mecánicamente con la superficie del esmalte.

dimensiones estables; ser bastante fluido para poder penetrar en la superficie del esmalte; tener una resistencia inherente excelente, y ser fácil de utilizar en la práctica.

Hasta hace poco tiempo, los adhesivos preferidos eran las resinas acrílicas con relleno fotopolimerizables (bis-GMA), pero están siendo reemplazadas por nuevos cementos resinosos autoadhesivos (que incorporan un imprimador autograble o un componente autoadhesivo), ya que requieren menos preparación de la superficie dental. Los nuevos cementos no tienen tanta fuerza de adhesión a los brackets metálicos como los adhesivos de grabar y enjuagar de uso corriente, pero uno de ellos ha demostrado ya la misma fuerza de adhesión a los brackets cerámicos.⁸

También se pueden usar como adhesivos ortodóncicos algunos cementos de ionómero de vidrio modificados. Tienen la ventaja potencial de que producen menos descalcificación alrededor de los brackets debido a que liberan flúor (v. comentario más adelante); pero también tienen el gran inconveniente de que proporcionan una fuerza adhesiva bastante inferior y, por consiguiente, el riesgo de desprendimiento es mayor, lo que obliga a volver a cementar los brackets durante el tratamiento.

Adhesión directa. Durante la adhesión directa, el odontólogo determina la posición de los brackets dentro de la boca durante el mismo proceso de adhesión. Esta técnica puede dar resultados bastante buenos como procedimiento ordinario. Incluso cuando se adhieren indirectamente la mayoría de los anclajes (tal como se describe a continuación), la adhesión directa resulta mucho más eficiente cuando hay que recolocar un solo bracket. Después de preparar la superficie del diente se puede usar una resina compuesta quimiopolimerizable con un tiempo de fraguado muy rápido o un material fotopolimerizable.

La mayor dificultad de la adhesión directa radica en que el odontólogo tiene que ser capaz de juzgar la posición correcta del anclaje y debe trabajar con rapidez y exactitud. Dispone de menos oportunidades que en el laboratorio para poder medir con precisión la posición del bracket o para realizar ajustes detallados. Generalmente se acepta que, por esta razón, la adhesión directa no permite una colocación de los brackets tan exacta como la adhesión indirecta. Por otra parte, la adhesión directa resulta más sencilla, rápida (especialmente si solo se van a cementar brackets a algunos dientes) y barata (ya que se suprimen los procesos de fabricación en el laboratorio).

En la figura 10-26 se ilustran los diferentes pasos de la técnica de adhesión directa con una resina fotopolimerizable. Actualmente, las resinas fotopolimerizables se utilizan más que las quimiopolimerizables debido a que los materiales fotopolimerizables más recientes ofrecen mayor margen de tiempo y suelen tener una fuerza de adhesión muy superior.

Adhesión indirecta. Permite colocar los brackets con mucha exactitud sobre modelos dentales en un laboratorio, y usar después una plantilla o una cubeta para transferir las posiciones de los brackets al paciente. Tiene la ventaja de que permite colocar los brackets con más precisión que la que se puede conseguir con la adhesión directa debido a que se pueden examinar los dientes desde todos los ángulos sin las limitaciones que imponen las mejillas y la saliva. El odontólogo puede efectuar montajes indirectos en el laboratorio de su consultorio, pero actualmente se utilizan con mayor frecuencia modelos estereolitográficos fabricados a partir de las impresiones que se envían a alguna empresa (Cadent,

E-Models, otras) que también produce modelos digitales como parte de los registros diagnósticos. Una impresión en alginato (que se puede obtener con relativa rapidez en el laboratorio del consultorio) proporciona un modelo de trabajo bastante exacto para la adhesión indirecta, pero para el escaneado digital posterior se requieren impresiones más estables. En la figura 10-27 se ilustran los diferentes pasos clínicos y de laboratorio de la adhesión indirecta.

Durante la adhesión indirecta puede resultar bastante problemático obtener una fuerza de adhesión óptima y evitar al mismo tiempo que el adhesivo rezume alrededor del bracket, ya que la presencia de la cubeta impide eliminar el sobrante sin polimerizar. Una posible solución consiste en usar materiales quimiopolimerizables que no es necesario mezclar. La resina compuesta se aplica sin polimerizar sobre la superficie del diente y el catalizador para la polimerización se extiende sobre el dorso de los brackets. Al colocar la cubeta de transporte de los brackets sobre la superficie dental, la resina situada inmediatamente por debajo del bracket se activa y se polimeriza, pero el exceso de resina que hay alrededor de los bordes de los brackets no polimeriza y puede eliminarse fácilmente después de retirar la cubeta de estos. Sin embargo, en algunos estudios se ha observado un mayor porcentaje de fallos de la adhesión con esta técnica, ya que depende de la difusión del material para conseguir una polimerización correcta. También se puede usar una resina quimiopolimerizable que se mezcla antes de aplicarla a los brackets y los dientes, pero hay que extremar las precauciones para limitar el exceso de resina. Por último, se puede usar un material fotopolimerizable fluido con una cubeta transparente, pero la polimerización de la resina sobre cada uno de los brackets de la cubeta lleva más tiempo que si se usa un producto quimiopolimerizable. Cualquiera que sea la técnica que se utilice, es muy importante aislar adecuadamente la zona para poder conseguir una fuerza de adhesión adecuada.

En estos momentos resulta cada vez más popular el uso rutinario de la adhesión indirecta. Los brackets fabricados a medida para un paciente determinado requieren una colocación muy exacta que únicamente se puede conseguir con la adhesión indirecta. Y en general, cuanto peor es la visibilidad, más dificultades plantea la adhesión directa y más indicada está la técnica indirecta. Por este motivo, la adhesión indirecta es casi obligada para los anclajes linguales. No es difícil cementar un botón o un gancho lingual aislados, pero sí lo es colocar con exactitud los anclajes para un aparato lingual, e incluso la inserción de un retenedor lingual fijo resulta mucho más sencilla si se utiliza la técnica indirecta y una cubeta de transferencia.

Desembandado/descementado. Tan importante como colocar correctamente un aparato fijo lo es poder retirarlo. La retención de las bandas depende sobre todo de la elasticidad del material que rodea el diente. A ello se suma el cemento con el que se sella el espacio entre la banda y el diente, pero una banda sujeta únicamente por el cemento no está suficientemente retenida. No hay ningún cemento para bandas ortodóncicas que se adhiera fuertemente al esmalte (y esta es la razón por la que no se pueden utilizar cementos para bandas en la adhesión de los brackets). Cuando la banda se deforma a causa de la fuerza utilizada para retirarla, el cemento se desprende de la banda o del diente y casi no hay ninguna posibilidad de que pueda dañar la superficie del esmalte.

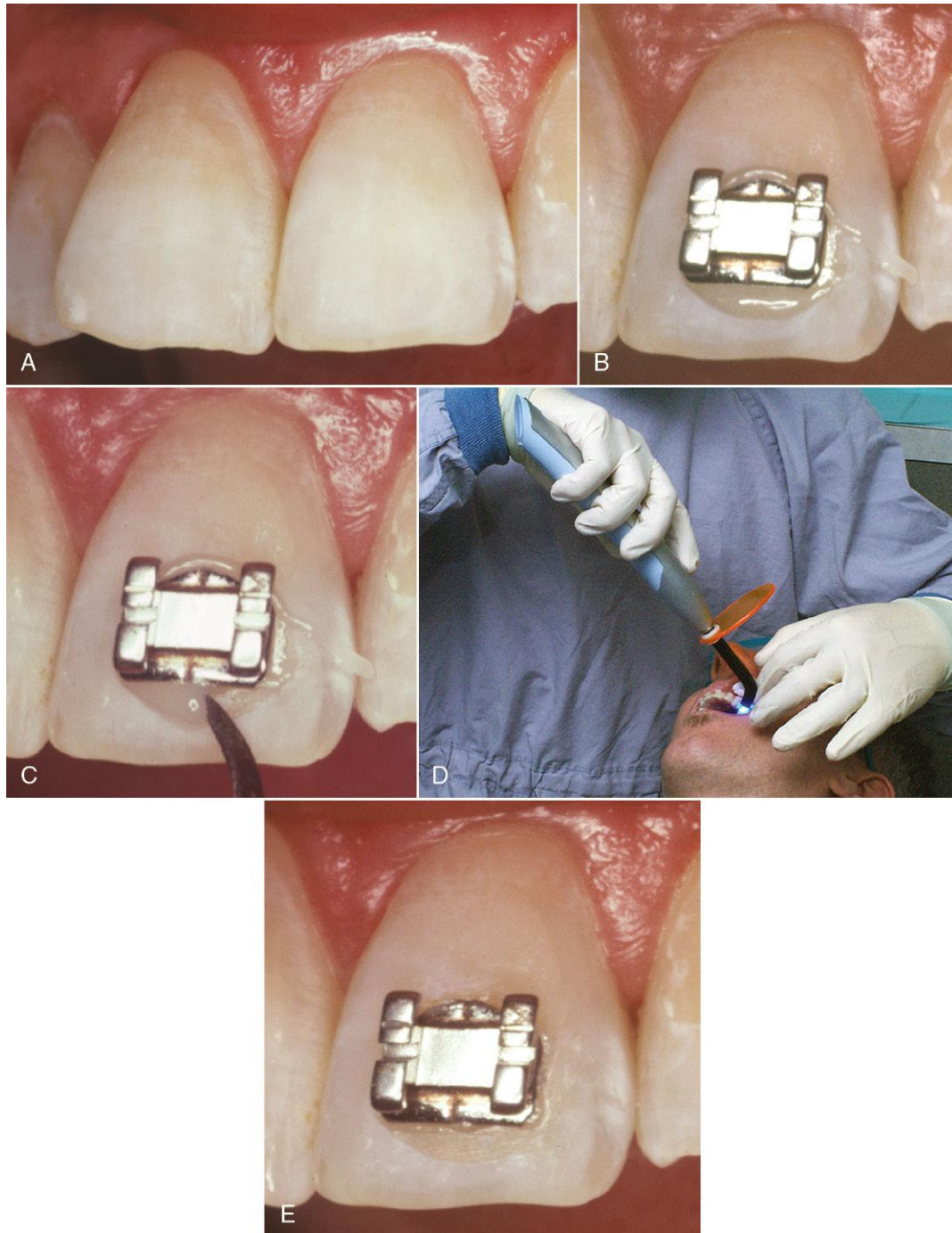


FIGURA 10-26 Pasos para la adhesión directa. **A.** Tras el grabado, la superficie del diente presenta un aspecto ligeramente tizoso o escarchado al secarse (con los materiales modernos para la preparación dental ya no es necesario secar la superficie, aunque sí es necesario grabarla). **B.** Se aplica un poco de adhesivo en la malla del reverso del bracket y se comprime contra la superficie del diente. **C.** Se elimina el exceso de material adhesivo de los alrededores del bracket. **D.** Con los materiales fotopolimerizables lo mejor es utilizar una lámpara inalámbrica para activar el proceso de adhesión. **E.** El bracket cementado en su posición.

La mayor fuerza de los adhesivos puede representar un problema potencial a la hora de despegar los brackets. Cuando se retira un bracket cementado puede producirse un fallo en alguna de estas tres superficies de unión: entre el adhesivo y el bracket, en el interior del propio material adhesivo, o entre el adhesivo y la superficie del esmalte. Si se ha conseguido una adhesión muy fuerte con el esmalte (como sucede con los materiales modernos), el fallo en la superficie del esmalte al desprender el bracket es un

efecto indeseable, ya que el material adhesivo puede romper la superficie del esmalte al separarlo. La zona habitual (y preferida) de desprendimiento al retirar los brackets es la superficie de unión entre el material adhesivo y el propio bracket. La forma más segura de retirar un bracket metálico consiste en deformar la base del mismo, lo que favorece la separación entre el bracket y el adhesivo. El bracket resulta dañado, de manera que no se puede volver a utilizar. La principal razón para no reciclar ni reutilizar

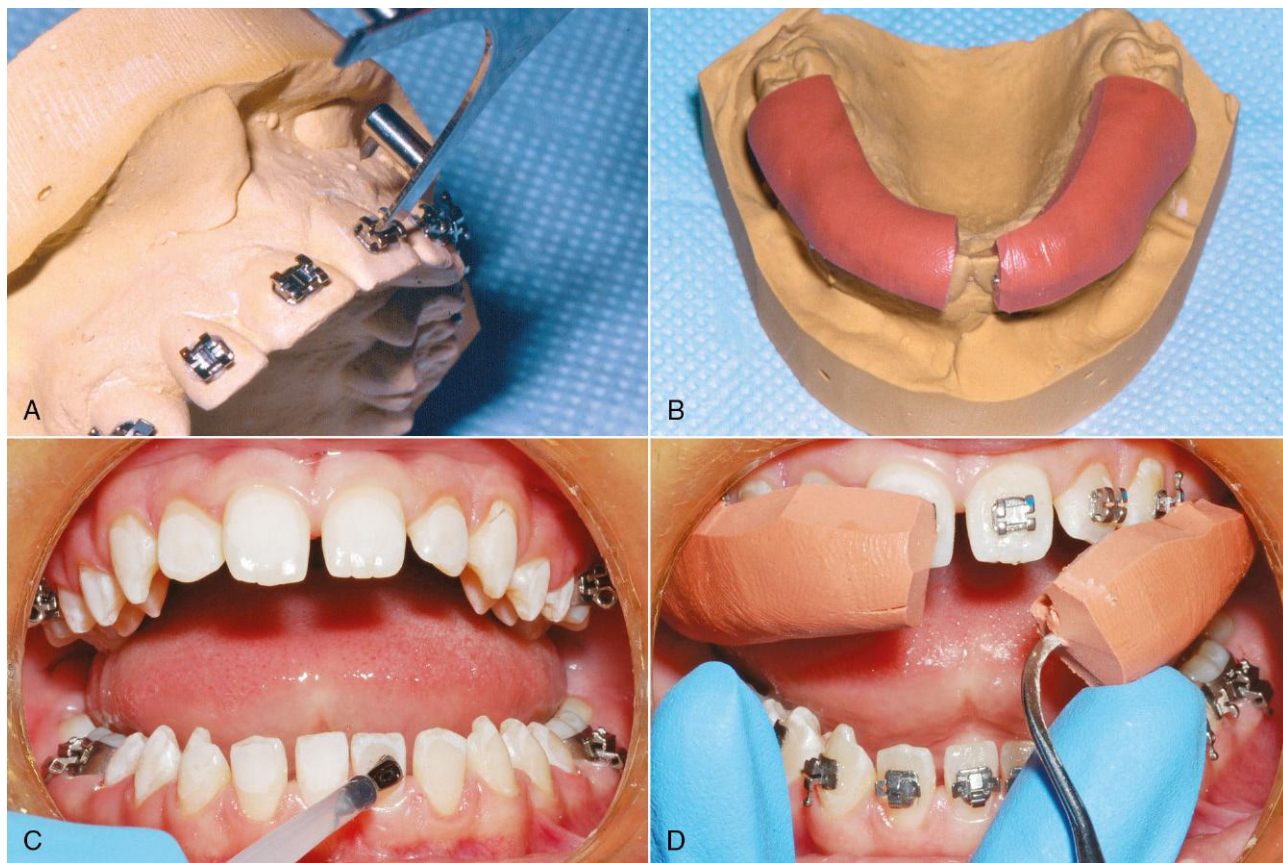


FIGURA 10-27 Pasos para la adhesión indirecta. **A.** Los brackets se colocan exactamente como se desee sobre un modelo de los dientes y se fijan mediante una resina con relleno. **B.** Una vez que los brackets han quedado cementados en la posición ideal, se fabrica una cubeta de transferencia con una masilla de siloxano de polivinilo. Seguidamente, se sumergen las cubetas en agua templada para separarlas del modelo de trabajo y se recortan. **C.** Se aíslan los dientes, se graban con ácido y se aplica una resina quimiopolimerizable de dos componentes sobre el esmalte grabado y los brackets. A continuación, se colocan las cubetas de transferencia. **D.** Una vez que la resina ha fraguado totalmente, se retiran las cubetas con cuidado, dejando los brackets adheridos a los dientes.

los brackets es la posibilidad de que el esmalte pueda resultar dañado si se intenta retirar un bracket sin deformar su base. Si se puede extraer un bracket sin dañarlo, se puede limpiar, esterilizar y reutilizar sin ningún riesgo para el paciente, igual que cualquier otro dispositivo médico.

Despegar los brackets cerámicos representa un problema especial debido a que no se puede deformar su base. Se rompen antes de doblarse. Hay dos maneras de conseguir la adhesión entre un bracket cerámico y el material adhesivo: retención mecánica por medio del relieve en la base del bracket, igual que en los brackets metálicos, o adhesión química entre el adhesivo y la base tratada del bracket. Es bastante posible crear una unión muy fuerte entre el adhesivo y una base de bracket tratada por medios químicos de tal manera que la unión no falle en ese punto, pero en ese caso, al retirar el bracket, se corre el riesgo real de dañar la superficie del esmalte. Poco después de la aparición de los brackets cerámicos empezaron a publicarse datos sobre daños en el esmalte al despegarlos, y esto ha constituido un problema desde entonces.

En una sección posterior sobre materiales modernos para brackets se describen algunas modificaciones en los brackets cerámicos para favorecer el desprendimiento en la superficie de unión adecuada, así como técnicas electrotérmicas y con láser para debilitar el adhesivo durante el desprendimiento.

Prevención y control de la descalcificación del esmalte

Prevalencia y prevención. Las manchas blancas (unas zonas antiestéticas de descalcificación que aparecen alrededor de los brackets) son un problema bien conocido que se ha ido agravando a medida que los brackets cementados han sustituido a las bandas, al quedar expuesta una superficie mayor del diente. Aunque los brackets adheridos no dañan directamente los dientes, dificultan la limpieza de la placa. Los dientes más problemáticos son los incisivos superiores, y especialmente los laterales. En un estudio reciente de 338 pacientes tratados en una clínica ortodóncica universitaria se comprobó que el 36% de los mismos tenían al menos una lesión en un incisivo superior al finalizar el tratamiento, a pesar de todas las medidas preventivas. Entre los factores de riesgo destacaban la juventud al comenzar el tratamiento, la mala higiene bucal antes de iniciar el tratamiento y las menciones de mala higiene durante el tratamiento.⁹

Las lesiones pueden ser cariosas o no; las lesiones cariosas son rugosas y porosas, y las no cariosas son lisas y brillantes. Se observa alguna forma de remineralización natural, y por este motivo las lesiones cariosas tienen mejor pronóstico, ya que su superficie es porosa. No obstante, las lesiones no suelen desaparecer por sí solas. En un estudio reciente publicado después de 14 años de

seguimiento, se aseguraba que la mayoría de las manchas blancas observadas al término del tratamiento persistían después de ese período de tiempo.¹⁰

El agua fluorada y los dentífricos con flúor representan medidas muy eficaces para controlar la caries en la población general, y deben considerarse como una parte esencial de cualquier programa para prevenir las manchas blancas. Algunas pruebas parecen demostrar que un enjuague diario con fluoruro sódico neutro al 0,05% ayuda a prevenir las manchas blancas.¹¹ Evidentemente, el principal problema que tienen los dentífricos y los enjuagues es el del uso esporádico o el olvido. En general, para los pacientes propensos a la caries se recomienda aplicar un barniz de fluoruro cada 6 meses; en los pacientes ortodóncicos que no cumplen nuestras instrucciones y desarrollan lesiones puede ser aconsejable aumentar la frecuencia de las aplicaciones de barniz de fluoruro, aunque las pruebas al respecto son poco concluyentes.¹² Un último recurso para aquellos pacientes que no siguen nuestras instrucciones y presentan acumulación persistente de placa puede ser un programa de enjuagues diarios con clorhexidina durante poco tiempo (normalmente 14 días), a pesar de que puede manchar los dientes.

Se han comercializado diferentes adhesivos que liberan flúor con la esperanza de que pudieran controlar la descalcificación alrededor de los brackets, pero en una revisión de 2010 de los datos publicados se llegaba a la conclusión de que no se ha podido demostrar de manera concluyente que tengan algún efecto contra las manchas blancas.¹² El problema radica en que estos productos liberan flúor abundantemente en un primer momento, y después liberan muy poco o nada antes de que se pueda completar un tratamiento ortodóncico habitual de 18 a 24 meses. Un informe publicado recientemente demuestra que en el laboratorio se puede conseguir una liberación de flúor razonablemente sostenible a partir de módulos elastoméricos, con una eficacia clínica aceptable durante un período de 25 días.¹³ Como las ligaduras elastoméricas se sustituyen en todas las citas, si se puede mantener una liberación aceptable con unos intervalos entre citas de 6 a 8 semanas, esta opción puede resultar más eficaz, pero todavía no se han publicado datos clínicos al respecto.

Tratamiento de las manchas blancas. En una revisión reciente, Guzmán-Armstrong et al. proponían un método de tratamiento escalonado que hemos tomado como base para el siguiente comentario:¹⁴

- Después de retirar las abrazaderas, lo primero que hay que hacer para tratar las manchas blancas es permitir la remineralización natural durante un período de hasta 6 meses. Las lesiones activas de superficie mate, picada y porosa recuperan la translucidez normal del esmalte mejor que las lesiones inactivas de superficie plana o brillante, aunque normalmente se observa la disminución del tamaño de las lesiones activas e inactivas. Durante este período se debe evitar el fluoruro en concentraciones elevadas, ya que puede interrumpir la remineralización y producir manchas. Se ha propuesto igualmente el uso de otros materiales para favorecer la remineralización, pero no se han publicado estudios clínicos a largo plazo que demuestren un efecto beneficioso añadido en comparación con la remineralización natural.
- Después de haber dejado algún tiempo para que se produzca la remineralización natural, lo segundo que habría que hacer sería un blanqueamiento externo para intentar camuflar las manchas blancas, una medida que suele ser bien

recibida por los pacientes. Esta medida debe utilizarse solo en pacientes con una higiene adecuada; posteriormente hay que aplicar fluoruro tópico, ya que el blanqueamiento incrementa el riesgo de caries.

- En tercer lugar, en los pacientes con problemas graves que no han respondido bien al blanqueamiento se puede recurrir a la microabrasión con ácido para eliminar la capa externa de las lesiones, y aplicar después Recaldent o MI Paste Plus. Para la microabrasión se aplica varias veces una lechada de piedra pómez-ácido clorhídrico, que elimina físicamente el esmalte manchado y crea además una superficie de esmalte liso con propiedades ópticas diferentes. Aunque no se suele perder más de 250 μm de espesor del esmalte, los dientes tratados pueden parecer más oscuros tras el tratamiento, y el blanqueamiento externo en este momento puede ayudarnos a restablecer el color y el brillo normales. En un estudio sobre la eficacia de la microabrasión en 16 dientes afectados de 8 pacientes se consiguió reducir un 83%, por término medio, el tamaño de las manchas blancas, y se obtuvieron los mejores resultados en las lesiones más extensas.¹⁵
- Por último, se procede a la restauración con carillas de resina o porcelana.

Del primer paso se puede ocupar perfectamente el ortodoncista. A partir de ese momento, conviene recurrir al odontólogo general o a un especialista en odontología restauradora.

Características de los aparatos fijos actuales

Materiales de los aparatos

Brackets de acero inoxidable colado o moldeado por inyección de metal. Los brackets y los tubos para un aparato de arco de canto deben fabricarse con mucha exactitud para conseguir una precisión mínima de una milésima en las dimensiones de la ranura interna. Hasta la aparición hace poco tiempo de los brackets cerámicos y de titanio, los aparatos fijos se han fabricado totalmente de acero inoxidable durante muchos años, y el acero sigue siendo el material estándar empleado para los componentes de estos aparatos.

Actualmente, disponemos de dos métodos para fabricar los brackets y los tubos del arco de canto: el moldeado por inyección de metal (MIM) y el colado. La mayoría de los brackets y tubos para los aparatos actuales se fabrican actualmente mediante MIM, pero en algunos casos se utiliza el colado. El fresado de la ranura de un bracket colado proporciona la máxima precisión en el tamaño de la ranura, ya que permite corregir los errores inducidos por la contracción de la pieza colada al enfriarse.

El titanio como alternativa al acero inoxidable. El níquel es un material potencialmente alérgico. Dado que el acero inoxidable contiene bastante níquel, los ortodoncistas tienen suerte de que las reacciones mucosas por alergia al níquel sean mucho menos frecuentes que las reacciones cutáneas. Es bastante frecuente observar reacciones de sensibilización cutánea al níquel por contacto de la piel con bisutería barata, y el 10% o más de la población tiene actualmente algún grado de sensibilidad al níquel.¹⁶ La mayoría de los pacientes que manifiestan reacciones cutáneas toleran bastante bien los aparatos ortodóncicos de acero inoxidable; pero algunos no los toleran, y parece que el número de los mismos está aumentando. En algunos países

Europeos se está considerando actualmente la posibilidad de prohibir los aparatos ortodóncicos de acero debido al riesgo de respuestas alérgicas.

Las alternativas metálicas al acero son el oro, desechado hace ya mucho tiempo debido a problemas técnicos y económicos, y el titanio, que no contiene níquel y es muy biocompatible. Desde la década de los ochenta se utilizan arcos de alambre de titanio, y desde que comenzó este siglo ha aumentado rápidamente el uso de brackets y tubos del titanio cementados. Además de sus propiedades hipoalergénicas, parece que los brackets y tubos de titanio se desprenden menos, debido quizás a que este material es más «permeable» y los adhesivos se adhieren mejor a la almohadilla de retención, probablemente porque el titanio es más elástico que el acero y absorbe mejor los impactos. En los pacientes alérgicos al níquel habría que elegir entre estos brackets y los de materiales no metálicos.

Materiales no metálicos. Se ha intentado por todos los medios fabricar aparatos fijos más estéticos eliminando su aspecto metálico. La supresión de las bandas metálicas, tan antiestéticas, supuso un gran avance para el desarrollo de la adhesión para aplicaciones ortodóncicas. El desarrollo de sistemas eficaces para la adhesión directa posibilitó el uso de brackets transparentes o de color dental para los dientes anteriores (fig. 10-28). Aunque los brackets de plástico empezaron a utilizarse con un entusiasmo considerable en la década de los ochenta y han seguido comercializándose desde entonces, presentan tres problemas a los que no se ha podido encontrar una solución: 1) la pigmentación y el cambio de color, especialmente en aquellos pacientes que

fuman o toman café; 2) la escasa estabilidad dimensional, que no permite conseguir ranuras exactas en los brackets o transmitir a los mismos todas las características de los alambres rectos, y 3) la fricción entre los brackets de plástico y los arcos de alambre metálicos, que dificulta considerablemente el deslizamiento de los dientes a una nueva posición. Para resolver los dos últimos problemas se pueden usar ranuras metálicas en los brackets de plástico, pero incluso con esta modificación los brackets de plástico solo pueden utilizarse cuando no se requieren movimientos dentales muy complejos.

Los brackets cerámicos, que empezaron a comercializarse a finales de la década de los ochenta, permiten obviar en gran medida las limitaciones estéticas de los brackets de plástico, ya que son bastante duraderos y resistentes a la pigmentación. Además, pueden moldearse a medida para los diferentes dientes y tienen unas dimensiones muy estables, de manera que se pueden incorporar con gran precisión las angulaciones y las ranuras necesarias para los aparatos de alambre recto. Actualmente, se comercializan varios tipos diferentes de brackets cerámicos (tabla 10-2).

Los brackets cerámicos fueron recibidos con gran entusiasmo y su uso se popularizó inmediatamente, pero muy pronto surgieron algunos problemas por la fractura de los brackets, la fricción en sus ranuras, el desgaste de los dientes que entraban en contacto con estos brackets, y los daños en el esmalte al retirarlos. Los brackets cerámicos pueden fracturarse de dos maneras: 1) por la pérdida de una parte de los mismos (p. ej., las alas de ligadura) al cambiar el arco de alambre o al comer, y 2) por agrietamiento del bracket al aplicar fuerzas de torsión. Los materiales cerámicos

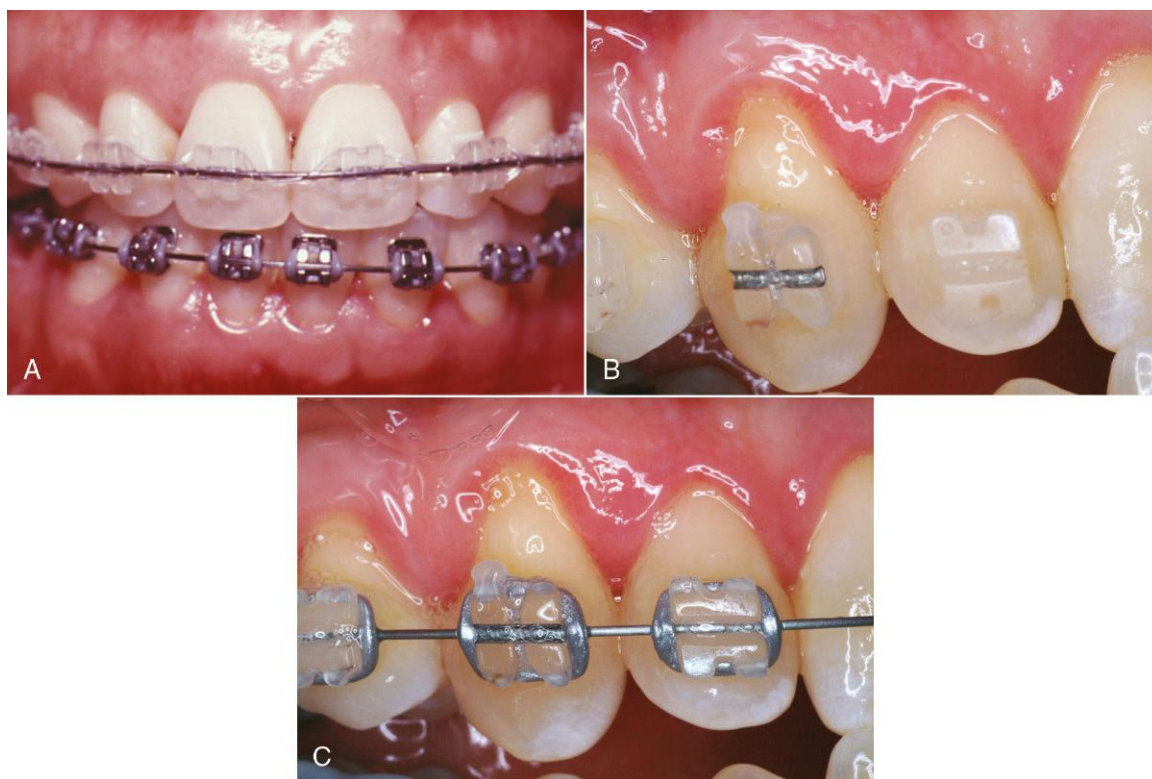


FIGURA 10-28 A. Brackets gemelos cerámicos sobre los dientes anteriores de la arcada superior, con brackets de acero en todos los dientes que no son muy visibles. Utilizando brackets cerámicos de este modo se evita el riesgo de abrasión del esmalte por el contacto funcional de los mismos con los dientes y se aprovechan las ventajas estéticas de este tipo de material. B. Brackets cerámicos con y sin ranura metálica, sin el alambre. C. Los mismos brackets con el alambre colocado. El aspecto es muy parecido cuando se coloca un arco de alambre.

TABLA 10-2

Brackets cerámicos

Material	Fabricante	Nombre
Alúmina policristalina (APC)	American	20/40 Virage
	Dentaurum	Fascination 2
	GAC	Allure
		Mystique
		Innovation-C
	Ormco	Damon Clear
	Rocky Mountain y muchos otros	Signature
APC con ranura metálica	Unitek	Clarity
	Rocky Mountain	Luxi II
Alúmina monocristalina	American	Radiance
	Ormco	Inspire Ice
	Ortho Technology	PURE

son una variedad de vidrio, y lo mismo que el vidrio los brackets cerámicos suelen ser bastante frágiles. Dado que el acero es mucho más resistente a la fractura, los brackets cerámicos tienen que ser más voluminosos que los de acero inoxidable, además tienen un diseño más ancho que el utilizado habitualmente en los de acero.

La mayoría de los brackets cerámicos que se comercializan actualmente se fabrican con alúmina, ya sea a partir de unidades monocristalinas o policristalinas. En teoría, los brackets monocristalinos deberían ser más resistentes, y esto es así hasta que la superficie del bracket se raya. En ese momento, la pequeña grieta superficial tiende a extenderse y la resistencia a la fractura es igual o menor que la de los materiales policristalinos. Por supuesto, los brackets pueden rayarse durante el tratamiento.

Aunque a este respecto los brackets cerámicos son mejores que los de plástico, la cerámica se opone más al deslizamiento que el acero. Debido a los numerosos cristales, los brackets de alúmina policristalina presentan una superficie relativamente rugosa (fig. 10-29). Aunque la alúmina monocristalina es lisa como el acero, los brackets de este material no se deslizan bien, debido probablemente a una interacción química entre el alambre y el

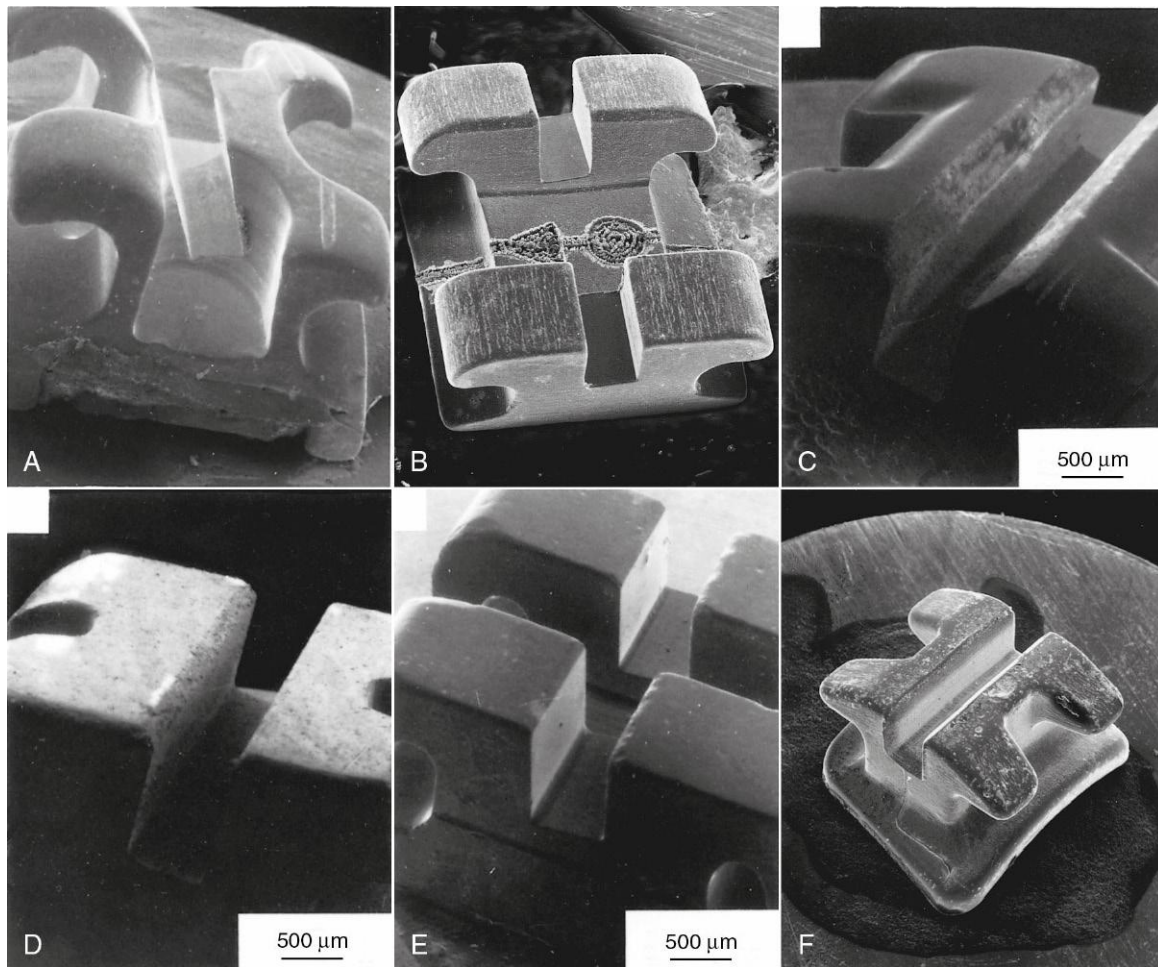


FIGURA 10-29 Microfotografía electrónica de barrido de diferentes brackets. **A.** Bracket de acero inoxidable. **B.** De titanio comercialmente puro. **C.** De alúmina policristalina. **D.** De alúmina policristalina. **E.** De alúmina monocristalina. **F.** De circonio policristalino. Los brackets de acero y de alúmina monocristalina tienen una superficie muy lisa en comparación con la superficie más rugosa de los de alúmina policristalina y de circonio (que varían de unos fabricantes a otros). La ranura de los brackets de titanio es bastante lisa, pero no tanto como la de los brackets de acero. (Por cortesía del Dr. R. Kusy.)

material del bracket. Por este motivo, algunos brackets cerámicos incorporan actualmente una ranura metálica.

Muchos pacientes muerden los brackets o los tubos en algún momento de su tratamiento. El contacto con un bracket de acero o de titanio apenas desgasta el esmalte, pero los brackets cerámicos pueden abrasar el esmalte con bastante rapidez. Se puede evitar este riesgo en gran medida utilizando los brackets cerámicos únicamente en los dientes anteriores de la arcada superior, que es la zona que tiene mayor importancia estética. La mayoría de los pacientes que buscan el efecto estético aceptan los brackets cerámicos solo en las zonas de mayor visibilidad y los de acero o titanio en las demás zonas.

Como ya hemos señalado anteriormente, en la sección sobre el desprendimiento de los brackets, los brackets cerámicos pueden causar problemas cuando hay que desprenderlos. La mayoría de los fabricantes ofrecen actualmente unos alicates especiales para sus brackets cerámicos, que incorporan una característica exclusiva para facilitar su separación. También se puede usar un instrumento térmico o de láser para calentar y debilitar el adhesivo, induciendo la rotura en el seno del propio material. Este tipo de separación térmica es bastante eficaz y reduce el riesgo de daños en el esmalte.¹⁷ Desgraciadamente, se corre el riesgo de dañar la pulpa dental si no se controla bien la aplicación del calor y, por este motivo, no ha alcanzado una aceptación generalizada.

Es muy probable que los brackets de plástico compuesto se conviertan en pocos años en el mayor avance en el campo de los brackets. Existen ya plásticos compuestos con mejores propiedades físicas que cualquier metal y que podrían utilizarse para fabricar brackets y arcos de alambre. Solo hay que solventar los problemas técnicos para poder fabricar brackets con mejores propiedades mecánicas, y dado que los plásticos compuestos pueden ser prácticamente de cualquier color, es probable que proporcionen además un aspecto muy superior.

El concepto de alambre recto en el diseño de brackets/tubos

Para los aparatos de arco de canto modernos se utilizan brackets o tubos fabricados a medida para cada uno de los dientes, con el objeto de limitar en los arcos de alambre el número de dobleces necesarios para conseguir una organización ideal de los dientes; de ahí el nombre de «alambre recto» (fig. 10-30). De acuerdo con la terminología que utilizaba Angle para este aparato, los dobleces de primer orden servían para compensar las diferencias en el grosor de los dientes, los de segundo orden, para colocar correctamente las raíces en dirección mesiodistal, y los de tercer orden (de torsión), para colocar las raíces en dirección vestibulolingual.

Compensaciones para los dobleces de primer orden. Para los dientes anteriores y los premolares se puede modificar el grosor de los brackets con el objeto de suprimir los dobleces de entrada y salida de las partes anteriores de cada arco de alambre, pero es necesario que los tubos estén sesgados para evitar la rotación de los molares (fig. 10-31). Para conseguir una buena oclusión, la superficie bucal debe quedar en ángulo con la línea de oclusión, de tal manera que la cúspide mesiobucal quede más prominente que la distobucal. Por este motivo, el tubo o bracket para el molar superior deberá tener una inclinación de 10°, al igual que el tubo para el segundo molar superior. El tubo para el

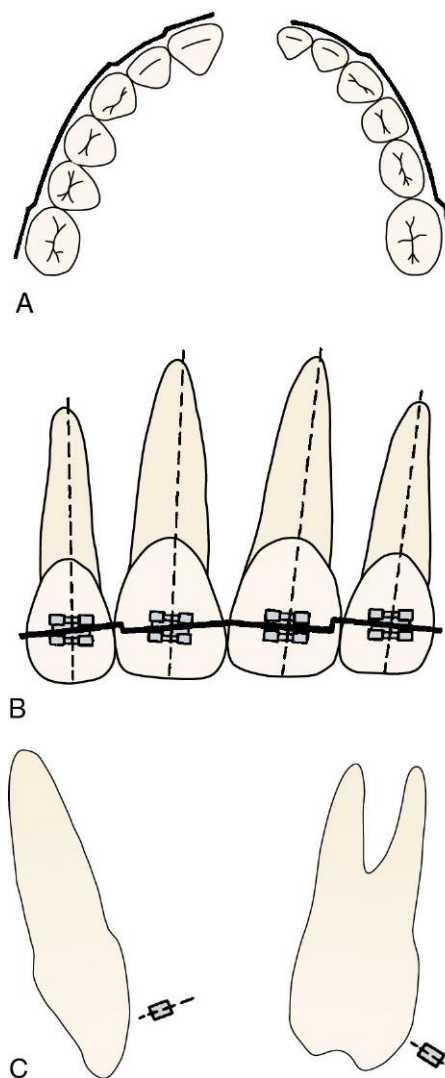


FIGURA 10-30 Dobleces de primero, segundo y tercer orden en alambres de arco de canto. **A.** Dobleces de primer orden en un arco de alambre para la arcada superior (*izquierda*) y la arcada inferior (*derecha*). Obsérvese el añadido lateral que se necesita en el arco de alambre superior y los dobleces compensadores canino y molar que se necesitan en ambas arcadas. **B.** Dobleces de segundo orden en el segmento de los incisivos superiores para compensar la inclinación del borde incisal de estos dientes en relación con el eje longitudinal del diente. **C.** Dobleces de tercer orden para los incisivos centrales y los primeros molares superiores; se puede ver la torsión del arco de alambre para conseguir su ajuste pasivo en un bracket o un tubo colocados en estos dientes. La torsión del arco de alambre genera un momento de torsión en el bracket; este momento de torsión es positivo para el incisivo y negativo para el molar.

primer molar inferior debe tener una angulación de 5-7°, aproximadamente la mitad que para el molar superior. La inclinación para el segundo molar inferior debe ser, como mínimo, igual a la del primer molar. En las tablas 10-3 y 10-4 se muestran las inclinaciones para algunos aparatos típicos comercializados (las prescripciones enumeradas pueden conseguirse en la mayoría de los casos de los diferentes fabricantes).

Compensaciones para los dobleces de segundo orden. En el aparato de arco de canto original, los dobleces de segundo orden (a veces denominados *dobleces de colocación artística*) constituían

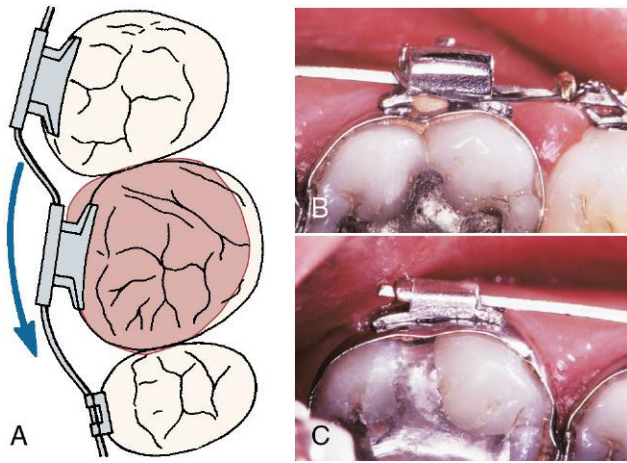


FIGURA 10-31 A. Debido a la superficie romboidal que tienen los molares superiores (y, en menor medida, los inferiores), si se colocara un arco de alambre elástico mediante anclajes que quedarán planos contra la superficie vestibular se produciría una rotación mesiolingual de estos dientes, con lo que ocuparían demasiado espacio en la arcada. Para compensar este efecto hay que incluir un doblez en el arco de alambre o colocar el tubo en un ángulo compensador con la superficie vestibular. B. Tubos rectangular y de casquete para el primer molar superior. C. Tubo rectangular para el segundo molar inferior en un aparato actual. Se puede apreciar la compensación de los tubos, de manera que no hace falta incluir un doblez de primer orden en el alambre.

una parte importante de la fase final del tratamiento. Estos dobleces eran necesarios porque el eje longitudinal de cada diente se inclina en relación con el plano de un arco de alambre continuo (fig. 10-32). Los brackets del arco de canto actual incorporan una cierta inclinación para los incisivos superiores, que varía entre los diferentes aparatos disponibles en la actualidad (v. tabla 10-3). Se necesita también una inclinación distal del primer molar superior para conseguir una buena interdigitación de los dientes posteriores (fig. 10-33). Si el molar superior está demasiado enderezado verticalmente, aunque aparentemente exista una relación de clase I apropiada, no se podrá conseguir una interdigitación aceptable. La inclinación distal del molar coloca sus cúspides distales en oclusión y crea el espacio necesario para conseguir una relación apropiada entre los premolares.

Compensación para los dobleces de tercer orden. Si colocamos el bracket para un arco de alambre rectangular plano sobre la superficie labial o bucal de cualquier diente, el plano de la ranura del bracket suele alejarse de la horizontal, a menudo a una distancia considerable. Con el aparato de arco de canto original había que torcer todos los alambres rectangulares para compensar este fenómeno. Si no se incluían dobleces de tercer orden, los dientes quedaban demasiado enderezados en la región anterior, mientras que en la región posterior las cúspides bucales de los molares quedaban deprimidas y las cúspides linguales elevadas (fig. 10-34). Si labramos la ranura del bracket en ángulo o

TABLA 10-3

Prescripción de brackets/tubos: de los incisivos a los premolares, prescripción de brackets

ARCADA SUPERIOR										
	INCISIVO CENTRAL		INCISIVO LATERAL		CANINO		PRIMER PREMOLAR		SEGUNDO PREMOLAR	
	Torsión	Inclinación	Torsión	Inclinación	Torsión	Inclinación	Torsión	Inclinación	Torsión	Inclinación
Alexander	15	5	9	9	-3	10	-6	0	-8	4
Andrews	7	5	3	9	-7	11	-7	2	-7	2
Damon (torsión estándar)	15	5	6	9	7	5	-11	2	-11	2
MBT	17	4	10	8	-7	8	-7	0	-7	0
Ricketts	22	0	14	8	7	5	0	0	0	0
Roth	12	5	8	9	-2	9	-7	0	-7	0
ARCADA INFERIOR										
	INCISIVO CENTRAL		INCISIVO LATERAL		CANINO		PRIMER PREMOLAR		SEGUNDO PREMOLAR	
	Torsión	Inclinación	Torsión	Inclinación	Torsión	Inclinación	Torsión	Inclinación	Torsión	Inclinación
Alexander	-5	2	5	6	-7	6	-7	0	-9	0
Andrews	-1	2	-1	2	-11	5	-17	2	-22	2
Damon (torsión estándar)	-3	2	-3	4	7	5	-12	4	-17	4
MBT	-6	0	-6	0	-6	3	-12	2	-17	2
Ricketts	0	0	0	0	7	5	0	0	0	0
Roth	0	0	0	0	-11	7	-17	0	-22	0

TABLA 10-4

Prescripciones de tubos/brackets para los molares

	ARCADA SUPERIOR					
	PRIMER MOLAR			SEGUNDO MOLAR		
	Torsión	Inclinación	Rotación	Torsión	Inclinación	Rotación
Alexander	-10	0	13	-10	0	10
Andrews	-9	5	10	-9	0	10
Damon (torsión estándar)	-18	0	12	-27	0	6
MBT	-14	0	10	-14	0	10
Ricketts	0	0	0	0	0	0
Roth	-14	0	14	-14	0	14

	ARCADA INFERIOR					
	PRIMER MOLAR			SEGUNDO MOLAR		
	Torsión	Inclinación	Rotación	Torsión	Inclinación	Rotación
Alexander	-10	0	0	0	0	5
Andrews	-25	2	0	-30	0	0
Damon (torsión estándar)	-28	2	2	-10	0	5
MBT	-20	0	0	-10	0	0
Ricketts	0	0	0	0	0	0
Roth	-30	1	4	-30	0	4

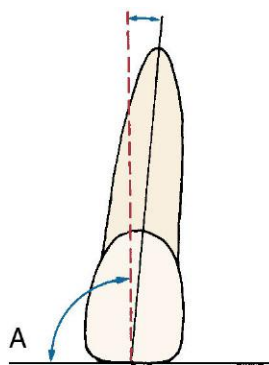


FIGURA 10-32 **A.** Para los incisivos superiores se necesita un doblez de segundo orden (o una inclinación en la ranura del bracket para conseguir el mismo efecto), ya que el eje longitudinal de estos dientes no coincide con el borde incisal. El ángulo más pequeño (arriba) indica la angulación del bracket o la punta. **B y C.** Incisivos superiores mal alineados, antes y después de tratamiento con brackets de alambre recto para facilitar el desplazamiento mesiodistal (inclinación) y vestibulolingual (torsión) de las raíces. (**A**, reproducido a partir de Andrews LF. The straight-wire appliance, explained and compared, J Clin Orthod 10(3):174-195, 1976.)

formando la base, de manera que la cara de este quede en ángulo (lo que se conoce como aplicar torsión al bracket o a la base, respectivamente), podemos insertar en las ranuras un arco de alambre rectangular aplanado en sentido horizontal sin necesidad de incorporar dobleces de tercer orden.

La torsión que se recomienda en las prescripciones para los diferentes aparatos ortodóncicos varía más que cualquier otra característica de los aparatos de arco de canto actuales (v. tablas 10-3 y 10-4). Aunque a la hora de determinar la torsión correcta hay que tener en cuenta varios factores, hay tres de ellos que tienen una importancia muy especial a la hora de evaluar la torsión que necesita un bracket determinado: 1) el valor que el

fabricante del aparato haya establecido como inclinación media normal de la superficie dental (que varía considerablemente de unos individuos a otros y, por consiguiente, puede ser muy diferente en las muestras «normales»); 2) el lugar de la superficie labial (es decir, la distancia desde el borde incisal) en el que se pretenda colocar el bracket (la inclinación de la superficie dental varía dependiendo del lugar donde se efectúe la medición, por lo que un aparato que vaya a quedar en una posición bastante gingival necesita unos valores de torsión diferentes a los de otro aparato colocado en una posición más incisal), y 3) el «juego» que cabe esperar en la ranura del bracket entre el alambre y la ranura. Como demuestra la tabla, la torsión eficaz producida

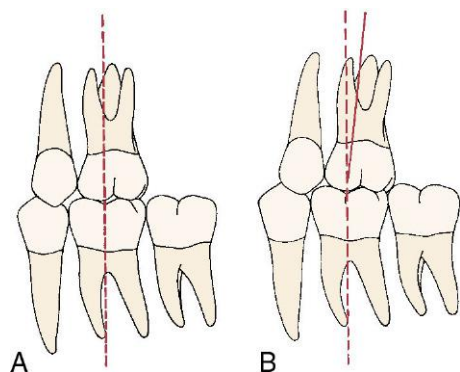


FIGURA 10-33 Para conseguir una interdigitación oclusal posterior adecuada es importante inclinar digitalmente el primer molar superior. Si las cúspides mesiobucles ocluyen en el surco mesial del primer molar inferior, creando una relación de clase I aparentemente ideal, tampoco se podría conseguir una interdigitación correcta de los premolares si el molar quedara demasiado enderezado (**A**). La inclinación distal del molar (**B**) permite una interdigitación correcta de los premolares. (Reproducido a partir de Andrews LF. Am J Orthod 62:296, 1972.)

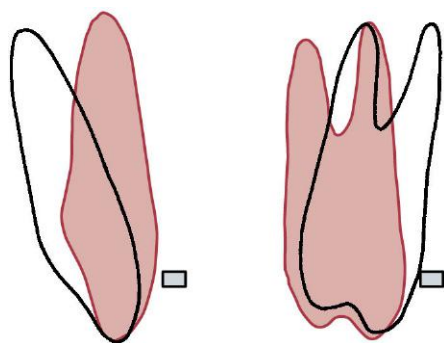


FIGURA 10-34 Se ha representado en rojo el plano de un arco de alambre rectangular plano en relación con un incisivo y un molar superiores. Para conseguir la posición vestibulolingual correcta de los dientes anteriores y posteriores es necesario retorcer (torsionar) un arco de alambre rectangular, o angular la ranura del bracket para conseguir el mismo efecto de torsión. En caso contrario, se produciría la inclinación incorrecta que se indica en color rojo. Se necesita una torsión adecuada, no solo para mover los dientes sino también para evitar un movimiento no deseado.

por alambres rectangulares de menor tamaño es muy inferior a la que cabría esperar con la prescripción de la ranura del bracket.

Brackets y tubos de alambres rectos contemporáneos

Brackets de autoligado. La colocación de ligaduras de alambre alrededor de las alas de ligadura para mantener los arcos de alambre dentro de la ranura del bracket es un proceso lento y laborioso. Los módulos elastoméricos que aparecieron en la década de los setenta casi han desbancado a las ligaduras de alambre por dos razones: son más rápidas y fáciles de colocar y pueden utilizarse en forma de cadenas para cerrar pequeños espacios en la arcada o para evitar que se abran más espacios.

También es posible utilizar una tapa o un clip, fijado al bracket o incorporado al mismo, para mantener los alambres en su posición. Actualmente, disponemos de tres tipos de mecanis-

mos de autoligado incorporados al bracket (y es probable que vayan apareciendo más): una tapa elástica de cierre, unos clips elásticos de retención en las paredes del bracket y unas tapas rígidas de cierre (fig. 10-35). Son muchos los que han alabado las ventajas de los brackets de autoligado pero, como señalábamos en el capítulo 9, actualmente sabemos que casi todas ellas son exageradas cuando se revisan los resultados clínicos. La principal ventaja que se aducía era la reducción de la fricción, pero esta solo se observa en las pruebas de laboratorio y no se aprecia una disminución de la resistencia al deslizamiento de un bracket sobre el alambre o de un alambre a través de un bracket. En un resumen publicado recientemente de las supuestas ventajas y las ventajas demostradas se llegaba a la conclusión de que los brackets de autoligado permiten ahorrar algo de tiempo en la ligadura, pero no ahorran tiempo de tratamiento ni proporcionan mejores resultados.¹⁸

Esto no significa que los brackets tengan algún fallo. El problema radica en la publicidad, no en el producto. En conjunto, los brackets de autoligado se comportan bastante bien, y no se ha demostrado que su mecanismo de cierre represente una diferencia significativa. No obstante, conviene señalar que los brackets de autoligado están fabricados de tal manera que cuando se necesita más estabilización que movimiento dental, o si el mecanismo de cierre no sujeta bien un alambre de torsión rectangular, este se puede fijar firmemente en su sitio con una ligadura externa de acero.

Brackets fabricados a medida. Debido a las marcadas diferencias individuales en el contorno de los dientes, ningún aparato que prescribamos resultará óptimo para todos los pacientes, y a menudo hay que incluir dobleces de compensación en los arcos de alambre de acabado. Los brackets fabricados a medida para la superficie vestibular de los dientes nos permiten eliminar casi todos los dobleces del arco de alambre (es decir, pueden proporcionar el aparato de alambre recto perfecto). Esto es lo que supuestamente permite el sistema Insignia, comercializado actualmente por Ormco.

La tecnología es muy parecida, ya se fabriquen los brackets a medida para las superficies vestibular o lingual. El primer paso consiste en un escaneo tridimensional con una resolución mínima de 50 μm , para la que se utilizan actualmente unos modelos dentales en el laboratorio, pero que probablemente en el futuro se podrá efectuar directamente dentro de la boca del paciente. Esta información digital se utiliza para cortar con exactitud cada uno de los brackets mediante la tecnología de diseño asistido por ordenador/fabricación asistida por ordenador (CAD/CAM), de manera que la ranura de cada bracket tiene el grosor adecuado y la inclinación y la torsión necesarias para la colocación ideal sobre ese diente (fig. 10-36) y se obtienen unos arcos de alambre con la forma establecida para ese paciente. El resultado que se obtiene con los brackets a medida para la superficie vestibular es «el aparato de alambre recto definitivo», en el que se han reducido los dobleces al mínimo imprescindible. Los datos preliminares parecen indicar que este tratamiento lleva menos tiempo que el tratamiento con brackets de prescripción convencional, aunque los arcos de alambre definitivos requieren todavía algunos ajustes.

Los brackets fabricados a medida deben cementarse a los dientes con la misma precisión que la utilizada en su fabricación, por lo que se requiere un sistema de adhesión indirecto con una plantilla colocada con mucha precisión. ¿Qué sucede cuando se



FIGURA 10-35 Los brackets de autoligado llevan un broche rígido (Damon u otros), un broche elástico (Innovation, Speed) o resortes de retención (SmartClip™) para sujetar un arco de alambre en su ranura. **A y B.** Demostración de un bracket abierto con ranura rígida (**A**, Damon-Q) y el broche cerrado en un bracket cerámico del mismo diseño (**B**, Damon Clear). Actualmente, se fabrican brackets estéticos de materiales no metálicos con la mayoría de los diseños de autoligado. **C.** Vista lateral del bracket Damon-Q en la que se puede ver la ranura horizontal accesoria y el broche rígido. **D.** Vista lateral del bracket Speed, que incluye un broche de resorte de NiTi. **E.** Bracket Innovation-R. **F.** Bracket SmartClip™ con resortes de retención. (**A-C**, por cortesía de Ormco Corporation; **D**, por cortesía de SPEED System Orthodontics, Cambridge, Canadá; **E**, por cortesía de GAC; **F**, por cortesía de 3M Unitek.)



FIGURA 10-36 El sistema Insignia se basa en el uso de brackets prescritos a medida para cada diente, combinados con arcos de alambre a medida y con la forma de la arcada de cada paciente, para conseguir el «aparato de alambre recto definitivo». Se utiliza una impresión en siloxano de polivinilo para obtener unos modelos dentales muy exactos, se escanean y se guardan en la memoria de un ordenador. **A.** Este conjunto de datos se utiliza para colocar brackets virtuales en cada uno de los dientes y desarrollar una plantilla de los cambios necesarios para obtener una oclusión ideal. **B.** Después, se utilizan los datos digitales para fresar en cada uno de los brackets una ranura prescrita a medida que incorpora el *in-out*, la inclinación y la torsión necesarios para colocar cada uno de los dientes. **C.** A continuación, se fabrican unos soportes adheridos para poder colocar cada uno de los brackets en la posición prevista. **D.** El aparato en la boca, con un arco de alambre colocado. (Por cortesía deOrmco Corporation.)

pierde uno de estos brackets a medida y hay que reemplazarlo y volver a cementarlo, o cuando se afloja y hay que volver a adherirlo? Como es posible guardar las especificaciones para cada bracket en la memoria del ordenador, se puede obtener un bracket de sustitución en un plazo de 2-3 semanas. Para reponer un bracket aflojado se puede usar la plantilla de cementado original, que debería guardarse con los registros del paciente para esta posible reutilización.

Actualmente, sin embargo, este no es el mayor problema. Incluso un conjunto de brackets modernos CAD-CAM fabricados sobre modelos dentales individuales se centra solo en las relaciones dentales y así, por ejemplo, a un paciente de clase II al que haya que enderezar ligeramente los incisivos superiores y proclinar más los incisivos inferiores habrá que colocarle todavía brackets con inclinaciones «ideales» de los incisivos. Sigue siendo importante incorporar el patrón esquelético y de los tejidos blandos del paciente a este tipo de diseño. Actualmente, se está intentando integrar las imágenes de las relaciones entre los dientes y los labios en la base de datos para la fabricación de los brackets a medida.

Aparatos linguales. Un inconveniente importante que han tenido siempre los aparatos ortodóncicos fijos ha sido la ubicación tan visible en la superficie vestibular de los dientes. Esta es una de las razones de que usemos aparatos de quita y pon y es el motivo fundamental de la actual popularidad de los alineadores transparentes para el tratamiento en adultos. La aparición de la adhesión en la década de los setenta hizo posible

colocar anclajes fijos en la superficie lingual de los dientes para poder usar aparatos fijos invisibles, y poco después aparecieron los brackets diseñados para la superficie lingual, aunque surgían algunos problemas a la hora de fabricar un bracket que indujera una intrusión mínima hacia el espacio lingual y que fuera al menos razonablemente fácil de utilizar. En EE. UU., la mayoría de los ortodoncistas que probaron los aparatos linguales disponibles en la década de los ochenta abandonaron este tipo de tratamiento debido a que planteaba muchos problemas, y el tratamiento con aparatos linguales prácticamente desapareció hasta hace poco.

Los últimos avances en Europa y Asia han popularizado mucho más la ortodoncia lingual en esas regiones. Un tratamiento europeo con mucho éxito, y que actualmente se comercializa en EE. UU. (Incognito) consiste en fabricar una almohadilla a medida de un metal precioso que cubre una parte importante de la superficie lingual de cada diente, y fijar después brackets de perfil bajo a las almohadillas a medida (fig. 10-37). Estos brackets están diseñados de manera que el arco de alambre puede insertarse por arriba y son iguales para cada diente; al utilizar máquinas robóticas para doblar los arcos de alambre se evita esta tarea.¹⁹ Los dispositivos para doblar el alambre controlados por ordenador tienen una aplicación muy clara para la fabricación de los arcos de alambre linguales, pero pueden servir también para los aparatos labiales (v. más adelante).

La prueba definitiva para cualquier sistema de aparatos asistido por ordenador es la exactitud con la que se consigue real-

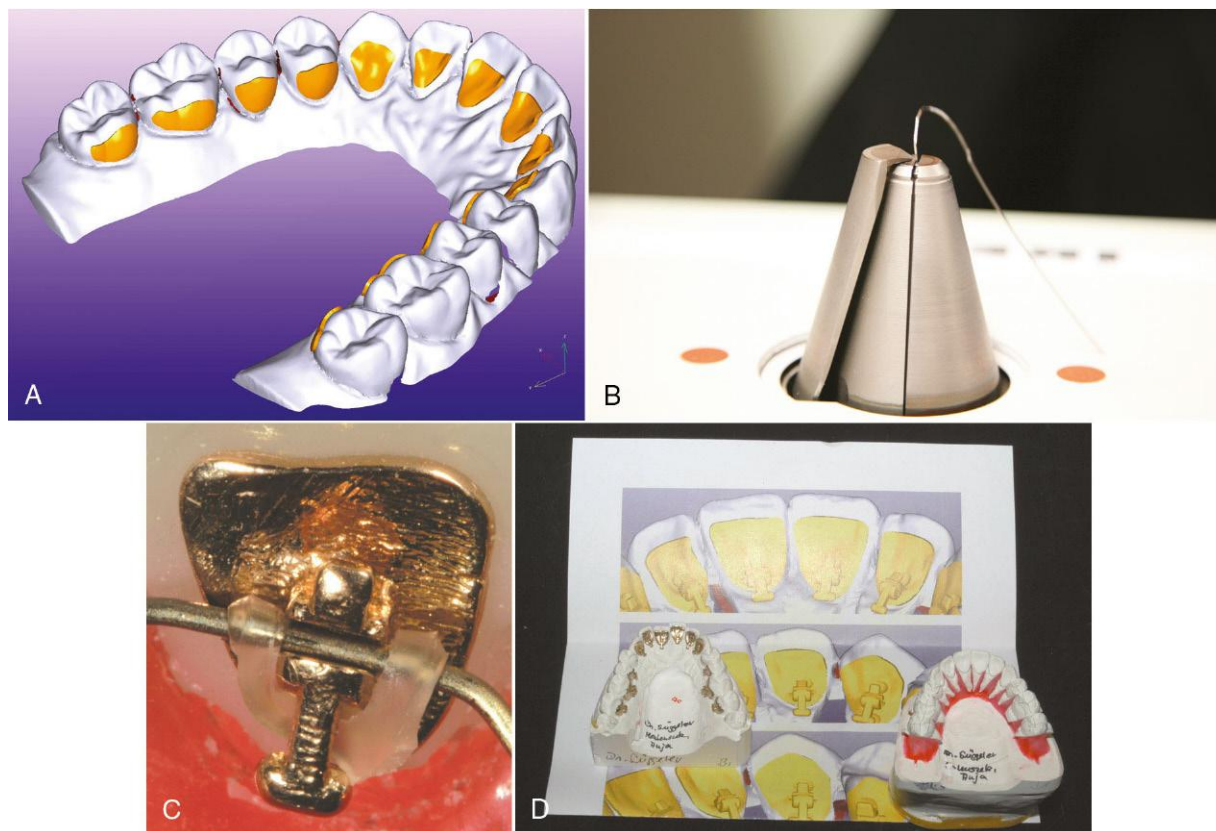


FIGURA 10-37 A. El método para colocar con éxito un aparato lingual a medida (Incognito) se basa en escanear con láser unos modelos después de separar los dientes y colocarlos en una posición ideal. Se establece la posición de la almohadilla de los brackets a medida para cada diente, y se obtienen patrones en cera (B) para fabricar piezas coladas en oro de las almohadillas de los brackets a medida para cada diente. Estas almohadillas a medida mejoran considerablemente la retención de los brackets linguales cementados. Seguidamente, se fijan a las almohadillas a medida unos brackets estándar (no individualizados para cada diente) que permiten insertar verticalmente arcos de alambre y usar ligaduras elastoméricas o de alambre (C), después se fijan a las almohadillas a medida y al aparato completado y (D) queda listo para su adhesión indirecta. Se puede ver que en este caso se ha previsto la extracción de los primeros premolares superiores. (Por cortesía del Dr. D. Wiechmann.)

mente el resultado previsto (establecido durante la fabricación del aparato a medida). Un estudio reciente, en el que se ha utilizado un método nuevo para analizar la diferencia entre la plantilla obtenida por ordenador y el resultado final, demuestra que los resultados conseguidos con el sistema Incognito constituyen representaciones bastante exactas de la plantilla, con la salvedad de que los segundos molares no eran colocados con tanta precisión como los demás dientes (fig. 10-38).²⁰ Todos los sistemas asistidos por ordenador necesitan una retroalimentación de este tipo, tanto para mejorar su precisión como para poder evaluar mejor el método utilizado.

Elección sensata de la aparatología basada en las preferencias del paciente. Hay diferencias importantes en lo que respecta a lo que el paciente considera que son los aparatos más atractivos, es decir aquellos que preferiría llevar.²¹ Esto depende sobre todo de la edad del paciente, aunque también hay algunas pequeñas diferencias entre ambos sexos. Los pacientes de 9 a 11 años prefieren los brackets moldeados, como Wildsmiles, con o sin ligaduras elastoméricas de colores, o los minibrackets gemelos con ligaduras elastoméricas de colores. Este grupo no demuestra un interés prioritario por los brackets estéticos invisibles, por lo que resulta apropiado utilizar un aparato duradero que proporcione un control excelente y no sea demasiado caro. Los pacientes de 12 a 14 años valoran más los alineadores transparentes y los brackets

estéticos, pero aceptan igualmente los minibrackets gemelos con ligaduras de colores y los brackets moldeados. Los alineadores transparentes no suelen resultar muy prácticos debido a la erupción parcial de los dientes y al crecimiento continuado.

Los pacientes de 15 a 17 años consideran especialmente atractivos los alineadores transparentes y los brackets estéticos con alambre transparente (v. comentario más adelante). En este grupo pueden resultar razonables los alineadores transparentes, ya que los dientes permanentes han erupcionado totalmente y ha concluido el crecimiento acelerado. Los adultos prefieren los aparatos linguales, los alineadores transparentes y los brackets estéticos, especialmente si se combinan con un alambre transparente. El espectro va desde los aparatos exclusivos y de colores brillantes para los niños pequeños hasta los aparatos estéticos para los adolescentes mayores y los adultos. Gracias a esta combinación de alternativas aceptables, es posible satisfacer las demandas estéticas y las necesidades biomecánicas para cada caso en casi todos los pacientes.

Forma del arco y fabricación del arco de alambre

Elección de la forma del arco para cada paciente. Los arcos de alambre preformados son una parte importante de los aparatos de arco de canto modernos, como un elemento más que puede contribuir a una mayor eficacia, independientemente de que se

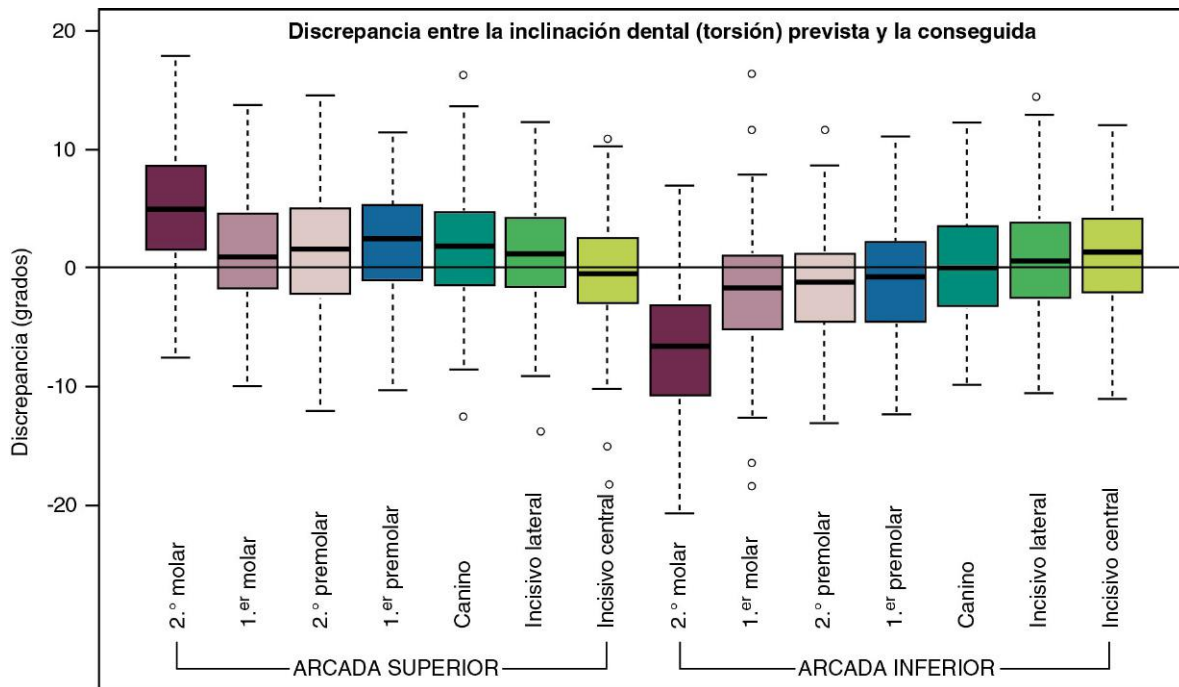


FIGURA 10-38 Diagrama de cuadros que representa la diferencia entre la inclinación (torsión) prevista y la conseguida, por tipos de dientes, en una muestra de 94 pacientes tratados con el aparato lingual Incognito. Cada uno de los cuadros muestra la diferencia media entre la desviación prevista (línea oscura) y la desviación para el 50% medio de los pacientes. Las patillas y los círculos pequeños indican, respectivamente, el intervalo y los extremos. Se puede ver que en la mayor parte de la muestra y en todos los dientes (excepto los segundos molares) las diferencias en la inclinación media resultaron muy pequeñas, y no fueron muy frecuentes las diferencias de inclinación $>6^\circ$. (Por cortesía del Dr. D. Grauer.)

utilicen o no brackets a medida. Cuando hay que utilizar alambres de níquel-titanio (NiTi) y β -titanio (β -Ti; TMA), solo se pueden usar arcos preformados debido a que es casi imposible moldearlos para adaptarse a la forma de la arcada sin herramientas especiales. ¿Qué forma de arco debería emplearse?

La mayoría de los odontólogos que se dedican a las prótesis completas piensan que la forma del arco dental varía de unas personas a otras, ya que les han enseñado que las dimensiones y forma de las arcadas dentales están correlacionadas con las dimensiones y forma de la cara. Por supuesto, esas mismas variaciones en la forma y las dimensiones de la arcada se observan en la dentición natural, y el objetivo del tratamiento ortodóncico no consiste en producir arcadas dentales de un mismo tamaño y una forma ideales para todos los pacientes.

El principio fundamental de la forma de la arcada en el tratamiento ortodóncico consiste en conservar la forma original de la arcada del paciente, dentro de lo razonable. Los ortodoncistas más serios asumen que de este modo, los dientes quedarían en una posición de máxima estabilidad, y algunos estudios sobre la retención a largo plazo respaldan la idea de que los cambios después del tratamiento son mayores cuando se ha modificado la forma del arco que cuando se ha mantenido (v. capítulo 17).

Como pauta más general, si las formas de las arcadas superior e inferior son incompatibles al empezar el tratamiento, debe utilizarse la forma de la arcada inferior como referencia de partida. En muchos pacientes con maloclusión de clase II, la arcada superior es estrecha en la zona de los caninos y premolares y hay que expandirla para igualarla con la arcada inferior y reducir el resalte. Es obvio que esta regla no se aplica cuando la arcada infe-

rior está distorsionada. Esto puede observarse en diferentes casos; los más comunes son el desplazamiento lingual de los incisivos inferiores, debido a diversos hábitos o a presiones labiales muy intensas, y el desplazamiento unilateral de los dientes en respuesta a una pérdida precoz de los caninos o molares primarios. Aunque se requiere un juicio de valor, la forma definitiva de la arcada debe determinarse al principio del tratamiento ortodóncico y, teniendo esto presente, hay que establecer las relaciones oclusales del paciente.

Una curva catenaria representa una descripción matemática excelente de la forma natural de las arcadas dentales: es la forma que adquiriría un tramo de cadena suspendido entre dos ganchos. La forma exacta de la curva dependerá de la longitud de la cadena y de la separación entre los enganches. Cuando se utiliza la separación entre los primeros molares para determinar los anclajes posteriores, el segmento de premolares-caninos-incisivos de la arcada dental coincide bastante bien con la forma de una curva catenaria en la mayoría de las personas. En todos los pacientes, la concordancia no es tan exacta si prolongamos la curva catenaria posteriormente, ya que la arcada dental suele curvarse ligeramente en sentido lingual en la zona de los segundos y terceros molares (fig. 10-39). La mayoría de los arcos de alambre preformados que comercializan los fabricantes actuales se basan en la curva catenaria, con unas dimensiones intermolares medias. Conviene introducir modificaciones para poder adaptarse a una morfología generalmente más trapezoidal o más cuadrada, y «remeter» ligeramente los segundos molares.

Otro modelo matemático para la forma de las arcadas dentales, propuesto originalmente por Brader (y a menudo denominado

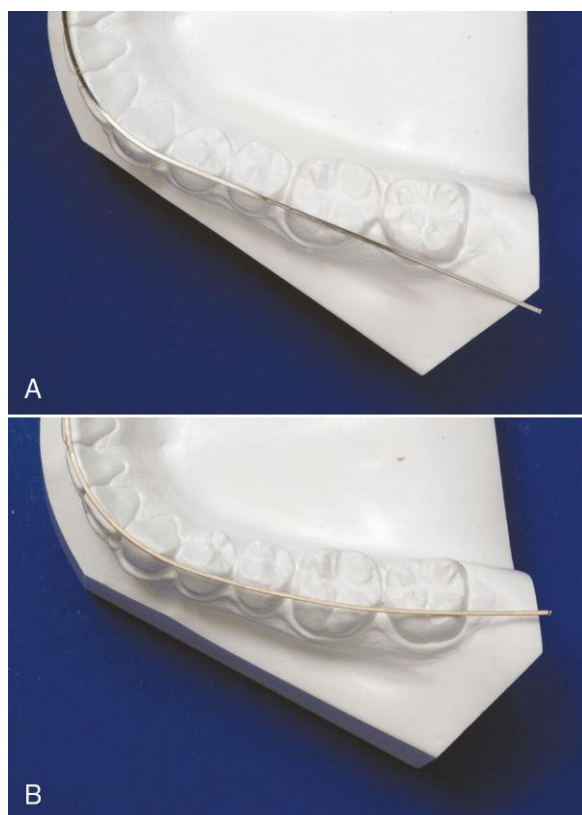


FIGURA 10-39 **A.** Arco de alambre preformado con forma de arco catenario, colocado sobre el modelo de la arcada dental inferior de un paciente sin tratar. Obsérvese la correspondencia entre la forma de la arcada y la línea de oclusión, excepto en el segmento de los segundos molares. **B.** La forma de arco de Brader para arcos de alambre preformados se basa en una elipse trifocal, que redondea ligeramente el arco en la región premolar en comparación con una curva catenaria y la estrecha en su parte posterior. Un arco de alambre formado de acuerdo con la curva de Brader se adapta mucho mejor que una curva catenaria a la región de los segundos molares en este paciente sin tratar.

forma de arco de Brader) es el que se basa en una elipse trifocal. El segmento anterior de una elipse trifocal se aproxima mucho al segmento anterior de una curva catenaria, pero la elipse trifocal se estrecha gradualmente en sentido posterior, algo que no sucede en una curva catenaria (v. fig. 11-39, B). Por consiguiente, el arco de Brader se aproximará más a la posición normal de los segundos y terceros molares. También se diferencia de la curva catenaria en que produce una separación algo mayor entre los premolares.

Recientemente, varios fabricantes han presentado arcos de alambre preformados que aparentemente son variaciones del arco de Brader, y han publicado anuncios que sugieren que son más compatibles con el tratamiento de expansión que los arcos de forma convencional. A menudo se considera que la expansión de la zona de los premolares tiene algunas ventajas estéticas, pero se ignora si la forma de arco modificada para producirlo tiene algún efecto sobre la estabilidad. Actualmente disponemos de descripciones matemáticas más elaboradas de las formas más características de las arcadas humanas,²² y es probable que con modelos matemáticos más elaborados puedan mejorar en el futuro los arcos de alambre preformados disponibles.

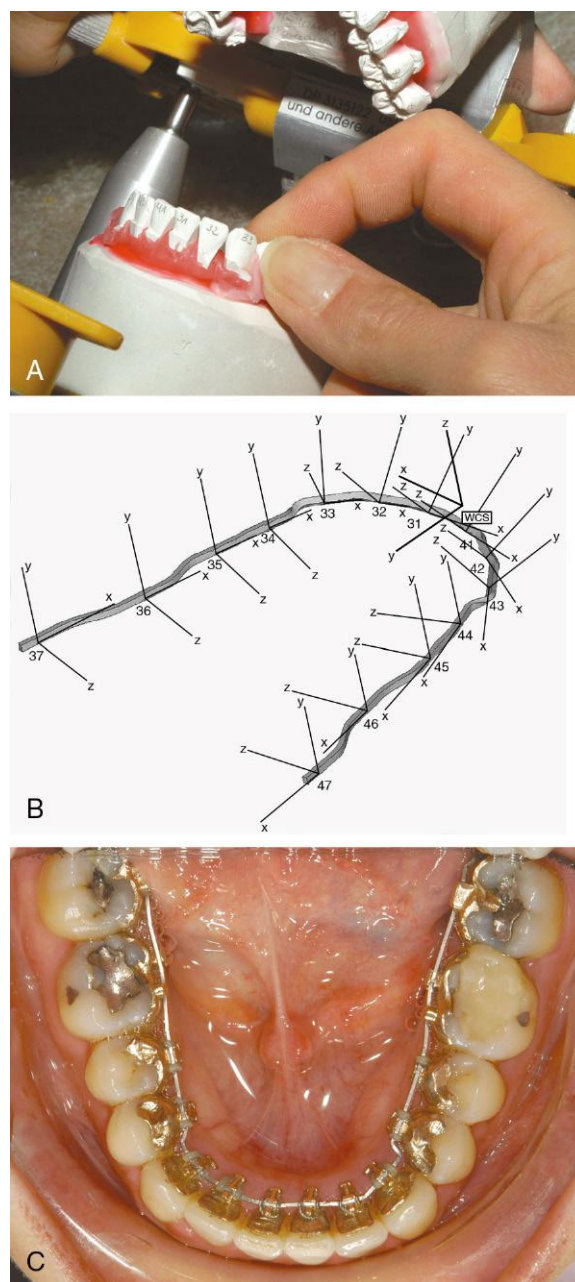


FIGURA 10-40 Los arcos de alambre para el aparato lingual Incognito se fabrican con un robot especial para doblar el alambre, utilizando para ello una disposición ideal de los dientes que habían sido escaneados para preparar las almohadillas de los brackets. **A.** Preparación de la configuración ideal sobre un articulador. **B.** Coordenadas del arco de alambre, que se utilizan para que un robot doble el alambre y fabrique el arco. **C.** El arco de alambre colocado, después de haber sido fabricado por el robot. (Por cortesía del Dr. D. Wiechmann.)

Es importante recordar que ni el método de ligadura ni los ajustes prescritos en los brackets para los arcos de alambre rectos tienen nada que ver con la forma de la arcada, que sigue dependiendo de la forma de los arcos de alambre. La forma del arco es especialmente importante durante la fase de acabado del tratamiento, cuando se utilizan arcos de alambre rectangular muy grueso. En los catálogos, los arcos preformados suelen recibir el nombre de «arcos en blanco». Este nombre resulta bastante apropiado, ya que implica

acertadamente que será necesario individualizar de algún modo su forma para poder satisfacer las necesidades de los pacientes.

Robots para doblar los alambres. Otra manera de reducir el tiempo de clínica empleado en doblar los arcos de alambre consiste en utilizar una máquina controlada por ordenador para dar la forma deseada a los arcos de alambre. Si elimináramos el esfuerzo que conlleva fabricar un arco de alambre complejo, podríamos utilizar brackets «vainilla sencillos» más baratos en lugar de tener que fabricar brackets a medida con prescripciones complicadas. Un bracket más sencillo podría ser también más pequeño y tener un perfil más bajo.

En la ortodoncia lingual, los modelos escaneados necesarios para fabricar las almohadillas de los brackets a medida pueden proporcionarnos también los datos necesarios para obtener arcos de alambre fabricados por ordenador (fig. 10-40). Para los aparatos ortodóncicos labiales, el sistema SureSmile usa los datos adquiridos con un escáner intraoral para adaptar los arcos de alambre de acabado a la forma de arcada deseada, y los ajusta a cada uno de los brackets para conseguir los dobleces correctos de *in-out*, angulación y torsión.

Para el sistema SureSmile se recomienda realizar un primer escaneado intraoral de la dentición del paciente para que la

compañía pueda elaborar un modelo digital del resultado final. El ortodoncista puede examinar y modificar este modelo como parte del plan de tratamiento. El primer paso del tratamiento consiste en cementar brackets no fabricados a medida (el único requisito es conocer las características de dichos brackets) y alinear y nivelar ambas arcadas con alambres redondos ligeros, como en un tratamiento convencional (v. capítulo 14). En ese momento, se realiza un nuevo escaneado intraoral y se elabora un segundo modelo, al que se incorporan los detalles de acabado. Una vez que el ortodoncista da su aprobación, una máquina robotizada fabrica arcos de alambre rectangular superelástico (de acero, β -Ti o NiTi; el odontólogo es quien especifica el material para el arco de alambre), que son enviados posteriormente al ortodoncista; esos alambres se utilizan para desplazar los dientes a sus posiciones definitivas (fig. 10-41).

En un estudio que se ha llevado a cabo en la Universidad de Indiana (el primero que ha proporcionado datos aceptables sobre los resultados de SureSmile en tratamientos sin extracciones),²³ se comparó un grupo de 63 pacientes con un acabado convencional y otro de 69 pacientes tratados con SureSmile en el mismo consultorio y por el mismo odontólogo. El grupo de SureSmile tuvo que utilizar aparatos fijos durante mucho menos

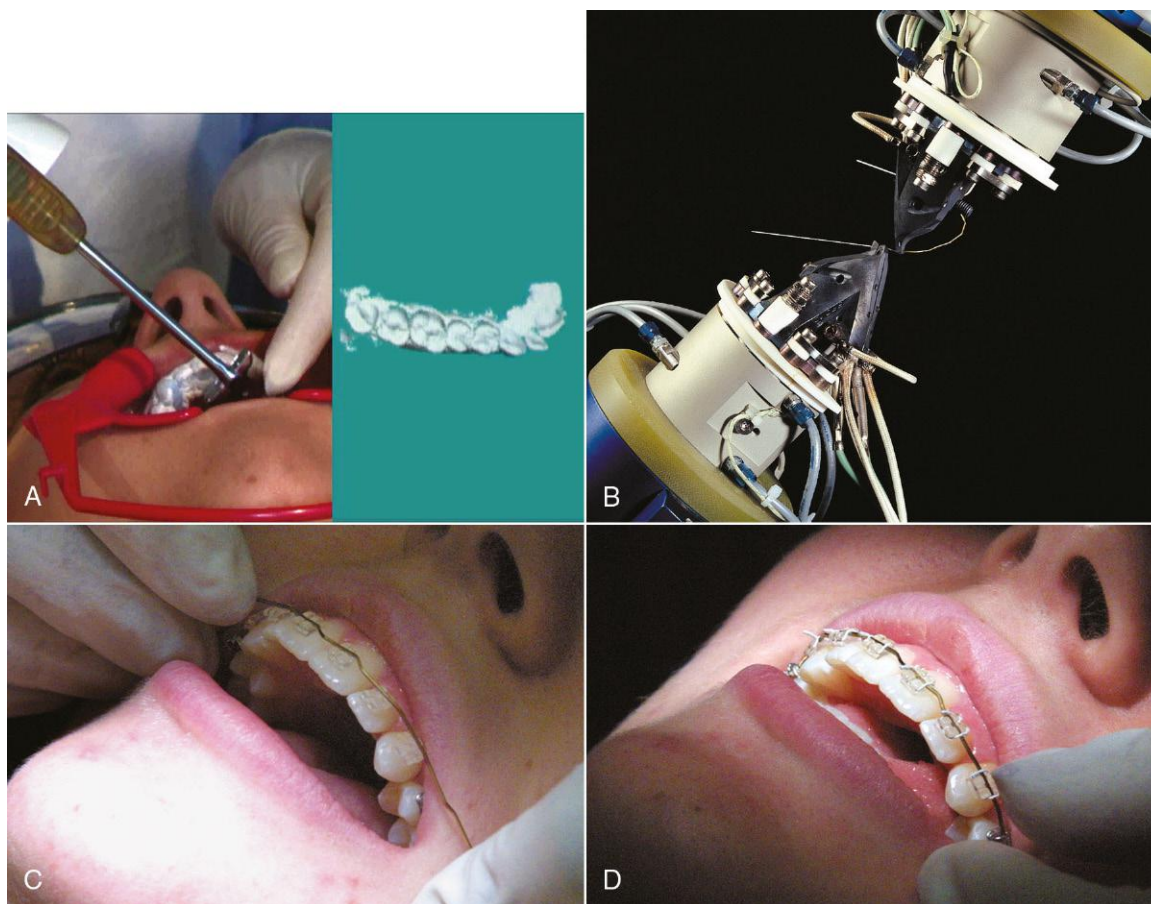


FIGURA 10-41 Para el sistema SureSmile se emplea un escaneado intraoral de los dientes del paciente (en lugar de escanear modelos dentales) para obtener información y preparar los arcos de alambre. **A.** Escáner intraoral y su lectura en la pantalla del ordenador. **B.** Un robot doblador de alambres realiza los dobleces exactos en un arco de alambre a medida. Con este sistema no es necesario colocar con total exactitud los brackets ni disponer de prescripciones especiales para los mismos, ya que el robot puede doblar el alambre según las necesidades. En este caso (**C** y **D**), se pueden observar los dobleces que compensan las discrepancias en la altura de los brackets y dobleces para colocar las raíces de los incisivos centrales superiores, antes y después de colocar el arco de alambre. (Por cortesía del Dr. R. Sachdeva.)

tiempo (media, 23 meses frente a 32 meses), y se observó además una tendencia a unas puntuaciones inferiores (mejores) en el análisis de los modelos, aunque la diferencia no resultó estadísticamente significativa. Conviene interpretar estos datos con mucha cautela, ya que ambos grupos tenían una configuración ligeramente diferente: los pacientes de SureSmile tenían menos maloclusiones complejas que los del tratamiento convencional, y la proporción de varones era inferior (en estudios previos se había comprobado que generalmente acaban con puntuaciones inferiores en el análisis de los modelos). Aunque el grupo de SureSmile obtuvo mejores puntuaciones en la corrección de la alineación/rotación y presentaba menos espacios interproximales, el grupo de tratamiento convencional alcanzó mejores puntuaciones en la angulación radicular vestibulolingual (torsión) y mesiodistal (inclinación). En este estudio se llegaba a la conclusión de que la menor duración del tratamiento con SureSmile se había debido, al menos en parte, a que las maloclusiones no eran tan marcadas y el acabado había sido menos detallado, y que se necesitaría un estudio clínico aleatorizado para determinar si el uso de alambres de acabado fabricados por ordenador permite realmente reducir el tiempo de tratamiento y obtener unos resultados comparables. Como ya hemos señalado anteriormente, los arcos de alambre superelástico rectangular generan momentos de fuerza inferiores en el interior de los brackets, que resultan ideales para la inclinación y la torsión, y aunque habían quedado especificados por el odontólogo, su uso por SureSmile puede haber contribuido también a la peor colocación de las raíces.

Arcos de alambre de polímeros transparentes. Actualmente, se comercializan arcos de alambre ortodóncicos fabricados con polímeros transparentes. Ofrecen dos ventajas potenciales sobre el acero inoxidable o el titanio: mejor aspecto estético debido a que el alambre puede ser transparente o del mismo color que los dientes, de manera que es casi invisible cuando se utiliza con brackets cerámicos (fig. 10-42), y unas propiedades físicas comparables o superiores a las de los arcos de alambre metálicos.

Actualmente, se fabrican dos tipos de arcos de alambre de polímeros transparentes: moldeables y no moldeables. Burstone et al. están investigando la primera alternativa utilizando un polímero de polipropileno (Primospire).²⁴ Este material puede extruirse en forma de arcos de sección redonda y rectangular.



FIGURA 10-42 Un arco de polímero transparente reforzado con vidrio y montado en brackets cerámicos resulta casi invisible pero, evidentemente, tiene el inconveniente de que la ranura de los brackets no es tan lisa. Es probable que el aparato labial estético del futuro sea un arco de alambre de este tipo con brackets fabricados también en un polímero transparente.

Posee unas propiedades similares a las de los alambres de β -Ti de dimensiones reducidas y una moldeabilidad similar a la de los alambres de acero inoxidable.

SimpliClear Braces está explorando la segunda posibilidad. Esta compañía fabrica arcos de alambre con una matriz de resina de polímero reforzada con fibra de vidrio. Como matriz para el polímero utilizan una resina de metacrilato modificada especialmente. Estos alambres se fabrican con sección redonda y rectangular, y se pueden combinar con brackets estéticos pretorsionados y preangulados al gusto del odontólogo. Aunque este alambre transparente no puede moldearse en el consultorio, se pueden usar medios auxiliares como cuñas de rotación o la recolocación de los brackets para poder tratar los casos más simples sin utilizar alambres fabricados a medida.

Para los casos más complejos se fabrica una serie de alambres preformados a medida, utilizando para ello imágenes digitales obtenidas escaneando modelos dentales o el interior de la boca. Esa serie es específica de cada paciente y se basa en el plan de tratamiento suministrado por el ortodontista antes del comienzo del mismo. Los alambres están diseñados para mover los dientes de forma secuencial y gradual hacia una posición predeterminada (fig. 10-43). En teoría, deberían proporcionar un control mejor que una sucesión de alineadores transparentes (desde un punto de vista conceptual, se trata de una versión fija de Invisalign), pero todavía no se ha podido evaluar bien su rendimiento clínico. Este alambre transparente puede incorporarse también a algunos retenedores como el arco labial; esto representa una solución estética que permite colocar los dientes con una estabilidad aceptable (v. fig. 17-8, E).

Resumen. En estos momentos parece bastante probable que en un futuro no muy lejano la mayoría de los aparatos ortodóncicos fijos se fabricarán a medida a partir de un escaneado de la superficie dental y con ayuda de los ordenadores. Sin embargo, todavía es muy pronto para saber si el método habitual se basará en la fabricación de brackets a medida que permitan usar arcos de alambre preformados sin apenas dobleces manuales, brackets mínimamente compensados (y más baratos) en combinación con un robot para doblar los alambres, o una sucesión de alambres a medida no ajustables fabricados específicamente para cada paciente.

Dispositivos de anclaje temporal

El rápido desarrollo y comercialización de tornillos óseos y miniplacas que se pueden usar como dispositivos de anclaje

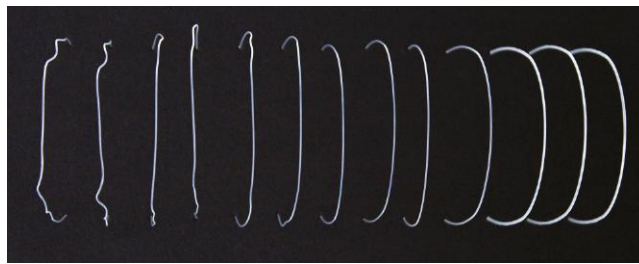


FIGURA 10-43 Sucesión de arcos de polímero transparente reforzado con vidrio para el tratamiento de una maloclusión compleja. Estos arcos solo puede elaborarlos el fabricante, por lo que resulta imposible introducir ningún ajuste clínico.



FIGURA 10-44 Diversos tipos de tornillos óseos usados como DAT ortodóncicos. Obsérvense las diferencias en la forma de la cabeza y el cuello, la morfología (forma) del tornillo y las roscas, y el paso (separación) de rosca de los tornillos. Para cada uno de estos tornillos se requiere un destornillador especial que encaja en la base de la cabeza, y también es diferente en cada caso el método para fijar un alambre o un resorte al tornillo. Se sigue trabajando para poder desarrollar un tornillo óseo óptimo para aplicaciones ortodóncicas.

ortodóncicos ha dado origen a una gran variedad de estos dispositivos. Un dispositivo de anclaje temporal (DAT) ortodóncico tiene las siguientes características fundamentales: 1) estabilidad a corto y largo plazo, que es el principal indicador de su éxito o su fracaso, y 2) facilidad de uso, lo que incluye tanto su colocación como las características del anclaje que se extiende a la cavidad oral. A continuación, vamos a analizar lo que se ha descubierto sobre las características deseables e indeseables de esta parte cada vez más importante del arsenal de todo ortodoncista.

Tornillos óseos

Actualmente se comercializa una gran variedad de tornillos óseos que se pueden utilizar como DAT intraorales. En la figura 10-44 se pueden ver tres tornillos bastante representativos que se pueden usar como DAT, y en el cuadro 10-2 se resumen las características deseables. Aunque en un primer momento se empezaron a comercializar tornillos de acero inoxidable, actualmente la mayoría es de titanio (grado de pureza I-IV) para aprovechar la mayor biocompatibilidad de este material.

Estabilidad. La estabilidad primaria o a corto plazo depende de la retención mecánica del tornillo dentro del hueso, lo que depende a su vez de las propiedades del hueso, del diseño mecánico del tornillo y de la técnica de inserción. La estabilidad secundaria o a largo plazo depende de la unión biológica entre el tornillo y el hueso circundante. Por su parte, esta unión depende de la superficie del implante, de las características del hueso y del recambio óseo (especialmente si se trata de hueso cortical o medular), y en el mismo influyen la superficie del implante y el sistema mecánico utilizado. Para conseguir una estabilidad secundaria satisfactoria es importante limitar los micromovimientos que podrían favorecer la reabsorción ósea y la formación de una cápsula fibrosa. Con el paso del tiempo, la estabilidad primaria va disminuyendo mientras que la secundaria va aumentando; la estabilidad clínica representa la suma de las estabilidades primaria y secundaria, y es el factor que más influye en el resultado clínico (fig. 10-45).

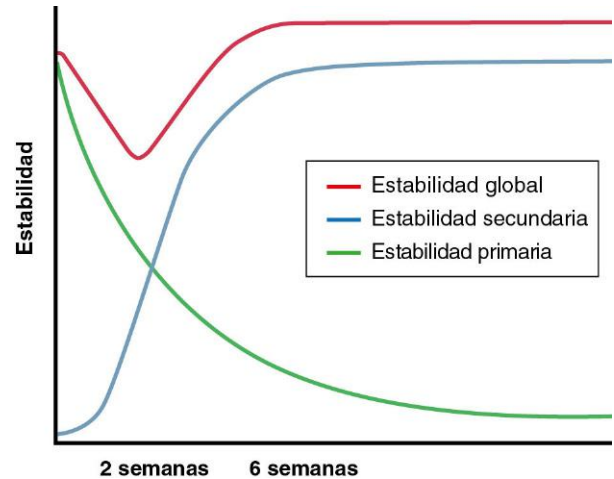


FIGURA 10-45 La estabilidad primaria, conseguida mediante la retención mecánica de un tornillo óseo en el seno del hueso, alcanza su máximo valor inmediatamente después de la inserción del tornillo y va decayendo rápidamente al remodelarse el hueso alrededor del mismo. La estabilidad secundaria, que se consigue mediante una unión biológica entre el tornillo y el hueso, va aumentando con el tiempo. La estabilidad clínica representa la suma de las estabilidades primaria y secundaria; disminuye hasta alcanzar un valor mínimo unas 2 semanas después de la inserción, y después (si todo va bien) se estabiliza en un valor algo superior al de la estabilidad primaria inicial al cabo de 6 semanas, aproximadamente.

CUADRO 10-2

FACTORES DE DISEÑO

Relacionados con la estabilidad y el resultado

- Paso de rosca del tornillo: apretado o abierto
- Longitud del tornillo: normalmente entre 6 y 10 mm
- Diámetro del tornillo: normalmente entre 1,3 y 2 mm
- Forma del tornillo: cónica, cilíndrica o mixta
- Forma de la punta: tornillo autoenroscable o tornillo cortante
- Superficie de la parte roscada del tornillo: mecanizada o rugosa

Relacionados con la sencillez de uso

- Necesidad de un orificio piloto
- Necesidad de perforar los tejidos blandos
- Momento de inserción y dispositivos para la inserción
- Tipo de anclaje: directo o indirecto

Entre los factores que son importantes para la estabilidad y el éxito de tratamiento cabe destacar:

- *El paso de rosca del tornillo* (es decir, la proximidad entre unas roscas y otras). Un paso de rosca muy apretado implica que las roscas están muy juntas, y un paso de rosca menor significa que están más separadas. Cuanto más denso sea el hueso, más cerca deberán estar las roscas. Se ha podido comprobar que la resistencia de un tornillo al desprendimiento depende en gran medida de su contacto con el hueso cortical, y en menor medida del contacto con el hueso medular. La capa de hueso cortical es muy fina en el alvéolo dental, y se necesita un paso de rosca más cerrado cerca de la cabeza del tornillo para conseguir mayor contacto con el hueso cortical, mayor resistencia a la extracción y mejor estabilidad primaria.²⁵

- *La longitud del tornillo.* Si el contacto con el hueso cortical representa el factor fundamental para la estabilidad, mientras que el contacto con el hueso medular apenas influye en la misma, parece lógico que los tornillos cortos proporcionen los mismos resultados que los largos. De hecho, los tornillos cortos (mucho más cortos que los que se utilizaban en un primer momento) pueden ser bastante eficaces.²⁶ Actualmente se fabrican tornillos óseos para uso intraoral de 5 a 12 mm, pero los más utilizados son los más cortos, de 6 a 8 mm. Un tornillo largo que atravesase el alvéolo y alcance el hueso cortical del otro lado puede proporcionar mayor estabilidad,²⁷ pero en la mayoría de los casos esto no justifica la mayor invasividad.
- *El diámetro del tornillo.* Un tornillo que se vaya a colocar en el proceso alveolar debe ser bastante estrecho para poder introducirlo entre los dientes. Las variables fundamentales son la separación necesaria entre el tornillo y las raíces dentales, y la relación entre la reducción del diámetro del tornillo y la disminución de su resistencia a la fractura o el desplazamiento.²⁸ Los DAT atornillados al hueso que se comercializan actualmente tienen un diámetro que oscila entre 1,3 y 2 mm. Las probabilidades de éxito disminuyen cuando el diámetro baja de 1,3 mm. Dentro del intervalo de 1,3 a 2 mm, la estabilidad y la supervivencia dependen más del contacto con el hueso cortical que del diámetro del tornillo, pero un tornillo de mayor diámetro demuestra mayor estabilidad primaria cuando se aplica una fuerza elevada. En estos momentos, los datos disponibles parecen indicar que la proximidad de las raíces no es un factor que influya considerablemente en la estabilidad del tornillo a largo plazo²⁹ y que, por lo menos en los perros, la perforación del ligamento periodontal no induce anquilosis.³⁰ No podemos descartar en los seres humanos el riesgo de anquilosis al cicatrizar el hueco del tornillo, por lo que probablemente convenga evitar todo contacto con las raíces dentales en los pacientes adolescentes, aun cuando no altere la estabilidad del DAT.
- *El estrechamiento gradual del tornillo.* Datos obtenidos en experimentos con animales demuestran que los tornillos cónicos que son más gruesos cerca de la cabeza que los tornillos cilíndricos provocaron mayores daños microscópicos en el hueso cortical.³¹ Esto podría alterar la estabilidad secundaria, aun cuando la estabilidad primaria mejore.
- *La forma de la punta* (v. fig. 10-45). Todos los minitornillos son autoenroscables (es decir, crean su propio roscado al penetrar). Existen dos diseños de tornillos autoenroscables: de formación de roscado y de corte de roscado. La diferencia estriba en la presencia de un surco de corte en la punta de un tornillo de corte de roscado. Un tornillo de formación de roscado comprime el hueso alrededor de sus roscas al penetrar, proporciona mejor contacto entre el hueso y el tornillo, y se adapta mejor al hueso alveolar. Las estrías de un tornillo de corte de roscado facilitan su penetración en el hueso de mayor densidad.³² Parece que los tornillos de corte de roscado funcionan mejor en la rama mandibular, el saliente bucal mandibular, el pilar cigomático y el paladar.
- *La superficie de la parte roscada del tornillo.* Aunque algunos datos obtenidos en estudios con animales parecen indicar que utilizando una superficie rugosa (tratada con chorro de arena y/o grabada con ácido) se consigue mayor estabilidad primaria y es posible cargar inmediatamente el

tornillo,³³ no parece que las características superficiales del tornillo influyan demasiado en la estabilidad clínica.³⁴

Véase Crismani et al.³⁵ para poder tener una revisión más detallada de los factores que influyen en la estabilidad clínica y los porcentajes de éxito.

Sencillez de manejo. Otro aspecto importante de cualquier DAT es su sencillez de manejo. Esto presenta dos componentes: la facilidad o la dificultad para colocar el tornillo (fig. 10-46) y la facilidad para poder utilizar la cabeza del tornillo expuesto como anclaje para resortes o alambres.

Entre los factores que influyen en la facilidad a la hora de colocar los tornillos cabe destacar:

- Si se necesita un orificio piloto. Los tornillos autoenroscables no necesitan un orificio piloto más allá de la placa cortical y pueden atravesar esta si es bastante delgada.³⁶ Los tornillos de este tipo han desbancado ya en gran medida a aquellos otros que necesitan un orificio piloto, ya que se pueden usar de ambos modos, lo que permite tomar la decisión en el momento de insertarlos. Si cuesta atravesar la placa cortical, puede que haya que abrir un orificio piloto para evitar una fuerza excesiva durante la inserción, con el riesgo de que se fracture el tornillo.
- Si es necesario agujerear el tejido. Raras veces es necesario agujerear el tejido, a menos que se vaya a abrir un orificio piloto, aunque a menudo es necesario en encías no adheridas para evitar que el tejido gingival se enrede en la rosca del tornillo.
- La facilidad o dificultad para atornillar cuando se presiona sobre el tornillo al insertarlo. A este respecto es importante el momento de torsión durante la inserción, que depende tanto de los factores mecánicos citados anteriormente (y que influyen en su estabilidad) como de la densidad ósea y el espesor cortical. Aunque un momento de inserción elevado incrementa la estabilidad primaria, puede causar la fractura del tornillo, mayores microfracturas en el hueso y una disminución de la estabilidad secundaria. Un momento de torsión moderado proporciona bastante estabilidad primaria sin una compresión ósea excesiva ni una remodelación posterior del hueso. Para insertar el tornillo se necesita un destornillador especial que encaje alrededor de la cabeza de ese tipo de tornillo, y algunos sistemas ofrecen un instrumento de torsión controlada para la inserción de sus tornillos óseos (fig. 10-47).

Un factor importante que puede influir en la facilidad a la hora de fijar resortes o alambres es el uso de un anclaje directo o indirecto. En el primer caso, la fuerza se aplica directamente sobre un diente o un grupo de dientes mediante un tornillo óseo. Para poder hacerlo, conviene fijar resortes de NiTi a la cabeza del tornillo sin necesidad de ligarlos, lo que significa que la cabeza del tornillo debe tener una zona de anclaje en la que se puedan encajar. En el caso del anclaje indirecto, el tornillo óseo ancla un diente o un grupo de dientes sobre los que se aplica la fuerza, y el objetivo consiste en prevenir el movimiento de esos dientes. Aunque se puede conseguir algo de anclaje indirecto mediante una ligadura entre el tornillo óseo y el diente o los dientes anclados, para el anclaje indirecto se necesita normalmente que la cabeza del tornillo tenga una ranura rectangular o un orificio al que se pueda fijar o cementar un alambre (fig. 10-48).

En resumen, en el cuadro 10-2 se enumeran las características deseables de un DAT de tornillos óseos. Dado que no hay ningún dispositivo que reúna todas estas características, esto

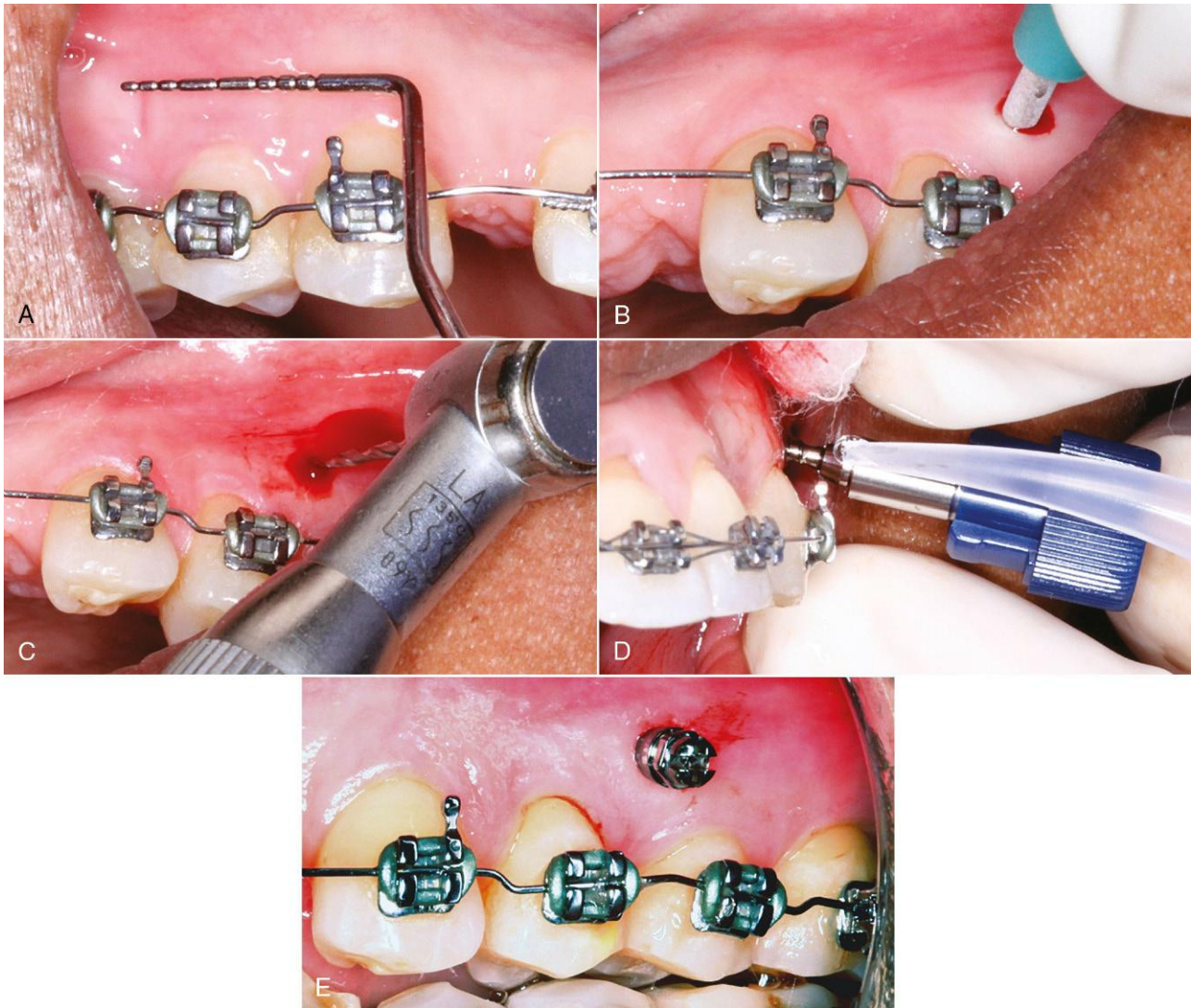


FIGURA 10-46 Secuencia de pasos para la inserción de un tornillo óseo alveolar. **A.** Se marca la posición para el tornillo, que debe quedar en la encía mejor que en la mucosa, si es posible, pero que debe tener altura suficiente para adaptarse a cualquier cambio vertical en la posición del diente. Se pueden observar los dobleces en el arco de alambre, usados para separar ligeramente las raíces en la zona en la que se va a colocar el tornillo. **B.** Se usa un sacabocados tisular, necesario si se va a abrir un agujero en el hueso o si el tornillo tiene que atravesar la mucosa, pero que puede ser innecesario si se va a colocar un tornillo a través de la encía. **C.** Se perfora un orificio piloto a través de la placa cortical (únicamente si el hueso cortical es relativamente grueso). **D.** Se coloca el tornillo (que posteriormente será atornillado) en esa posición con un destornillador especial que encaja en la cabeza del tornillo. **E.** El tornillo colocado y listo para ser utilizado.



FIGURA 10-47 Los destornilladores para algunos tornillos están diseñados de tal manera que no suministran más de una cantidad de fuerza de torsión controlada, lo que reduce el riesgo de fracturar el tornillo o de ejercer una fuerza excesiva en el hueso.

puede servir como ayuda para poder alcanzar un compromiso a la hora de elegir el tornillo, y nos indica que para obtener unos resultados eficientes hay que utilizar más de un tipo de tornillo óseo.

Miniplacas

Normalmente se colocan en la base del arco cigomático (v. fig. 15-10), pero pueden utilizarse también en otros lugares (fig. 10-49). Se sujetan con varios tornillos y tienen solo un pequeño conector que se prolonga hasta la boca. La posición ideal para el conector es la línea de unión entre el tejido gingival adherido y la mucosa laxa.

Como en el caso de los tornillos, las características fundamentales son también la estabilidad y la sencillez. En el caso de las miniplacas, la estabilidad depende fundamentalmente de dos factores:

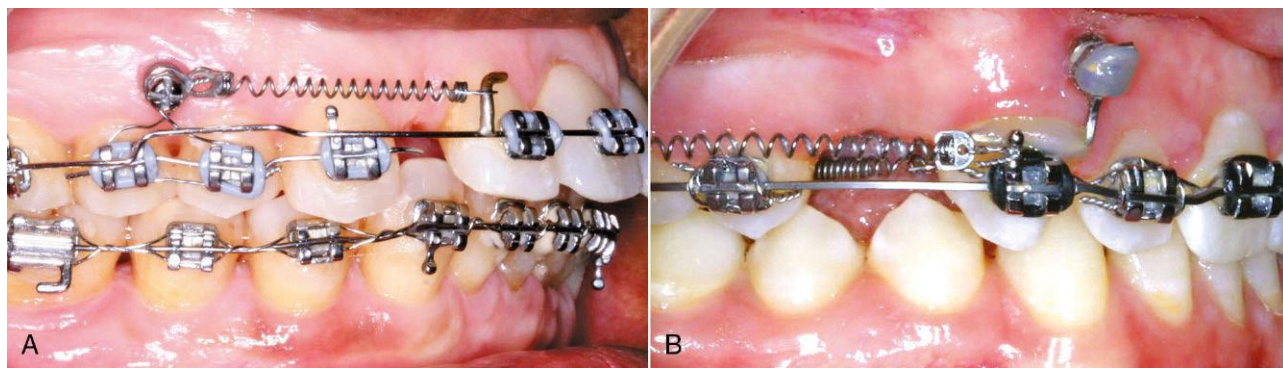


FIGURA 10-48 A. Un tornillo óseo alveolar de los que se usan para el anclaje directo suele servir como punto de anclaje para un resorte de NiTi superelástico, como el utilizado en este caso para retraer los incisivos superiores protruyentes. B. Los tornillos óseos sirven también para el anclaje indirecto, cuando se usa una fijación rígida al tornillo para impedir el movimiento de los dientes de anclaje, como en este caso en el que se desea adelantar los dientes posteriores de la arcada superior con un resorte hacia el canino inmovilizado.

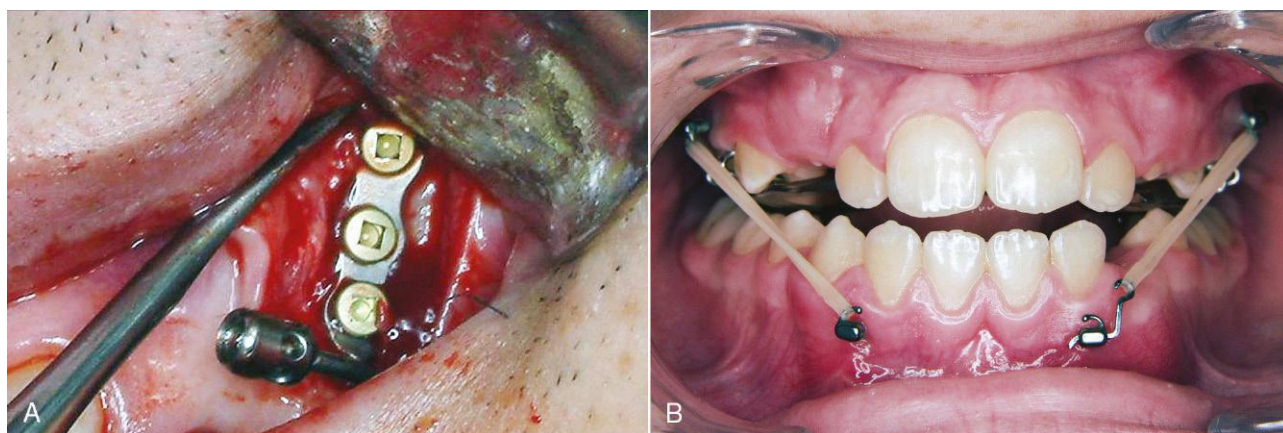


FIGURA 10-49 A. Para colocar una miniplaca en la base del arco cigomático es necesario levantar un colgajo para exponer el hueso, y recortarla de tal manera que se adapte perfectamente a la superficie. En esta zona queda por encima de las raíces de los dientes, y ocupa una posición ideal como anclaje para el movimiento mesiodistal de los dientes superiores. B. Miniplaca colocada en el maxilar inferior para que sirva de anclaje para unos elásticos de clase III. Se puede ver que se ha usado un segmento de alambre en uno de los lados para mover el punto de anclaje y que el elástico no pince la encía. La posibilidad de mover el punto de anclaje es una ventaja importante de las miniplacas, que no tienen los tornillos solitarios.

Número de tornillo	2	3	2	3	4
Porcentaje de éxito	23/26 88%	11/11 100%	25/26 96%	69/69 100%	20/20 100%

FIGURA 10-50 Porcentajes de éxito de placas con diferentes diseños y número de tornillos, colocadas por un mismo operario. Los porcentajes de éxito fueron bastante altos en todas estas aplicaciones, pero los fallos fueron más frecuentes con dos tornillos que con tres, y no se obtuvieron mejores resultados con cuatro tornillos que con tres, por lo que es preferible usar solo tres tornillos. (Por cortesía del Dr. T. Wu.)

- El número de tornillos que se utilicen para fijar la placa. En la figura 10-50 se muestran los porcentajes de éxito de placas de cuatro diseños diferentes colocadas por un mismo operario. Apparently, se consigue más estabilidad con tres tornillos que con dos, aunque no se consigue mayor estabilidad utilizando cuatro tornillos.
- La edad del paciente. Como se puede ver en la tabla 10-5, el número de miniplacas fallidas en Carolina del Norte y Bélgica fue mucho mayor en pacientes jóvenes que todavía no había entrado en la pubertad y en la arcada inferior, donde se utilizaron miniplacas solo en pacientes jóvenes. Esto es una observación especialmente pertinente en relación con el uso de elásticos de clase III unidos a miniplacas superiores e inferiores (v. capítulo 13): el hueso no alcanza la madurez adecuada para poder retener adecuadamente los tornillos antes de los 11 años de edad, aproximadamente (obviamente, hablamos de edad de maduración, no de edad cronológica).

Las miniplacas son muy bien aceptadas por pacientes y profesionales, y constituyen un complemento seguro y eficaz para el tratamiento ortodóncico complejo.³⁷ Para colocar una miniplaca es necesario reflejar un colgajo y suturar después la incisión de los tejidos blandos; por esta razón, su colocación quirúrgica plantea bastantes más dificultades que la de

TABLA 10-5

Porcentaje de fracasos de miniplacas

	Universidad de Carolina del Norte (UNC)	Universidad católica de Lovaina (UCL)
Número de miniplacas	59	141
Número de fracasos	4 (7%)	11 (8%)
Por movilidad	2	5
Ulceración de tejidos blandos	0	4
Rotura del anclaje	1	2
Posición incorrecta	1	0
En pacientes en crecimiento	3 (75%)	8 (73%)
En adultos	1 (25%)	3 (27%)
En el maxilar inferior	ND	6 (56%)

ND, no disponible.

Adaptado de Cornelis MA, Scheffler NR, Nyssen-Behets C, et al. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:8-14, 2008.

los tornillos. Es importante moldear las miniplacas para que se adapten perfectamente al hueso de la base del cigoma, y mantener también el contacto con el hueso en el punto de emergencia para evitar que el tornillo proximal no soporte un momento de fuerza excesivo. Como norma general, los ortodoncistas pueden colocar DAT con tornillos óseos en el hueso alveolar con resultados bastante satisfactorios, pero es mejor que de las miniplacas se encarguen aquellas personas que tengan más experiencia quirúrgica. Para un cirujano, esta es una intervención relativamente corta que puede realizarse bajo anestesia local y sin complicaciones importantes.³⁸

No obstante, una vez colocadas son tan fáciles de utilizar como los DAT alveolares, quizás incluso más sencillas debido a que se pueden aplicar fuerzas más intensas. En comparación con los tornillos alveolares individuales, las miniplacas presentan tres ventajas fundamentales:

- Una miniplaca puede tolerar fuerzas considerablemente más intensas debido a que está sujeta por varios tornillos y suele colocarse en una zona de hueso cortical más grueso.
- Si la miniplaca dispone de un mecanismo de bloqueo (como así debería ser), se puede cambiar fácilmente la dirección de tracción y alejar el foco de la fuerza a una distancia considerable lanzando ganchos de alambre desde el dispositivo intraoral (fig. 10-51; v. también fig. 10-48). Esto también se puede hacer con tornillos individuales que dispongan de una ranura para una extensión de alambre, pero al aplicar una fuerza sobre la extensión se introduce un momento que puede apretar excesivamente o aflojar el



FIGURA 10-51 A-D. Por medio de extensiones de alambre desde miniplacas se puede crear una gran variedad de puntos de inserción, como se puede ver en esta serie de variantes en las direcciones de fuerza utilizando miniplacas en la misma posición en la base del cigoma. (Por cortesía del Dr. T. Wu.)

CUADRO 10-3

DAT: TORNILLOS ÓSEOS O MINIPLACAS

Indicaciones para los tornillos óseos**Recolocación de dientes individuales**

- Dientes ausentes → falta de anclaje
- Dientes impactados

Recolocación de grupos de dientes

- Cierre de espacios
 - Retracción importante de incisivos
 - Retracción e intrusión de incisivos
- Movimiento mesial
 - Dientes posteriores de la arcada superior
 - Dientes posteriores de la arcada inferior
 - Toda la arcada inferior
- Intrusión de dientes anteriores o posteriores (pero no de ambos simultáneamente)

Indicaciones para las miniplacas**Recolocación de grupos de dientes**

- Distalización de toda la arcada superior o inferior
- Intrusión de dientes anteriores y posteriores

Modificación del crecimiento

- Elásticos de clase III, niño con deficiencia del maxilar superior
- ¿Restricción del crecimiento vertical del maxilar superior?

tornillo. Este problema no existe con las miniplacas, que van sujetas por varios tornillos.

- Las miniplacas pueden colocarse muy por encima de las raíces de los dientes superiores, de tal manera que un tornillo interdental no se convierta en una barrera que impida el movimiento de todos los dientes en sentido mesial o distal. Cuando se utilizan tornillos interdentes individuales es necesario recolocarlos para poder desplazar distalmente los dientes anteriores al tornillo o mesialmente los dientes posteriores al mismo.³⁹

Si comparamos los DAT alveolares con las miniplacas (cuadro 10-3), podemos extraer una conclusión bastante razonable: los tornillos individuales son menos invasivos y están indicados siempre que puedan proporcionar un anclaje adecuado, como sucede cuando hay que recolocar unos pocos dientes. Si lo que se busca es la inclusión de los dientes posteriores de la arcada superior (para lo que se requiere una fuerza muy leve), se puede utilizar un tornillo largo en la base de la arcada alveolar (v. capítulo 18). Cuando hay que conseguir un movimiento más complejo y extenso de varios dientes (el mejor ejemplo sería la distalización de toda una arcada dental), las miniplacas ofrecen mejor control, no suelen aflojarse y no es necesario sustituirlas.

Bibliografía

1. Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG, editors: Dentofacial Orthopedics with Functional Appliances. St. Louis: Mosby; 1997.
2. Sheridan JJ, Ledoux W, McMinn R. Essix appliances: minor tooth movement with divots and windows. J Clin Orthod 28:659-665, 1994.
3. Sheridan JJ, Armbruster P, Nguyen P, et al. Tooth movement with Essix molding. J Clin Orthod 38:435-441, 2004.
4. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, et al. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. Am J Orthod Dentofac Orthop 135:27-35, 2009.
5. Begg PR, Kesling PC. Begg Orthodontic Theory and Technique. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1977.
6. Parkhouse RC. Tip-Edge Orthodontics. Edinburgh/New York: Mosby; 2003.
7. Andrews LF. Straight Wire: The Concept and Appliance. San Diego: LA Wells; 1989.
8. Al-Saleh M, El-Mowafy O. Bond strength of orthodontic brackets with new self-adhesive resin cements. Am J Orthod Dentofac Orthop 137:528-533, 2010.
9. Chapman JA, Roberts WE, Eckert GJ, et al. Risk factors and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofac Orthop 138:188-194, 2010.
10. Shungin D, Olsson DI, Persson M. Orthodontic treatment-related white spot lesions: a 14-year prospective quantitative follow-up, including bonding material assessment. Am J Orthod Dentofac Orthop 138:136e1-136e8, discussion 136-137, 2010.
11. Benson PE, Parkin N, Millett DT, et al. Fluorides for the prevention of white spots on teeth during fixed brace treatment. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2007, Issue 1; The Cochrane Collaboration, John Wiley and Sons, Ltd.
12. Rogers S, Chadwick B, Treasure E. Fluoride-containing orthodontic adhesives and decalcification in patients with fixed appliances: a systematic review. Am J Orthod Dentofac Orthop 138:390.e1-390.e8, discussion 390-391, 2010.
13. Baturina O, Tulecki E, Guney-Altay O, et al. Development of a sustained fluoride delivery system. Angle Orthod 80:1129-1135, 2010.
14. Guzman-Armstrong S, Chalmers J, Warren JJ. White spot lesions: prevention and treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 138:690-696, 2010.
15. Murphy TC, Willmot DR, Rodd HD. Management of postorthodontic white lesion with microabrasion: a quantitative assessment. Am J Orthod Dentofac Orthop 131:27-33, 2007.
16. Kolokitha OE, Kaklamanos EG, Papadopoulos MA. Prevalence of nickel hypersensitivity in orthodontic patients: a meta-analysis. Am J Orthod Dentofac Orthop 134:722.e1-722.e12, discussion 722-723, 2008.
17. Feldon PJ, Murray PE, Burch JG, et al. Diode laser debonding of ceramic brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop 138:458-462, 2010.
18. Marshall SD, Currier GF, Hatch NE, et al. Self-ligating bracket claims. Am J Orthod Dentofac Orthop 138:128-131, 2010.
19. Wiechmann D. A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 1. J Orofac Orthop 63:234-245, 2002; Part 2. J Orofac Orthop 64:372-388, 2003.
20. Grauer D, Proffit WR. Accuracy in tooth positioning with fully customized lingual orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofac Orthop 140:433-443, 2011.
21. Walton D, Fields HW, Johnston WM, et al. Orthodontic appliance preferences of children and adolescents. Am J Orthod Dentofac Orthop 138:698.e1-698.e12, 2010.
22. Braun S, Hnat WH, Fender WE, et al. The form of the human dental arch. Angle Orthod 68:29-36, 1998.
23. Alford TJ, Roberts WE, Hartsfield JK, et al. Clinical outcomes for patients finished with the SureSmile method compared to conventional fixed orthodontic therapy. Angle Orthod 81:383-388, 2011.
24. Burstone CJ, Liebler SA, Goldberg AJ. Polyphenylene polymers as esthetic orthodontic archwires. Am J Orthod Dentofac Orthop 139 (4 Suppl):e391-e398, 2011.
25. Brinley CL, Behrents R, Kim KB, et al. Pitch and longitudinal fluting effects on the primary stability of miniscrew implants. Angle Orthod 79:1156-1161, 2009.
26. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofac Orthop 130:18-25, 2006.
27. Brettn BT, Grosland NM, Qian F, et al. Bicortical vs. monocortical orthodontic skeletal anchorage. Am J Orthod Dentofac Orthop 134:625-635, 2008.

28. Chatzigianni A, Keilig L, Reimann S, et al. Effect of mini-implant length and diameter on primary stability under loading with two force levels. *Eur J Orthod*, 2010, E-pub Nov.
29. Kim SH, Kang SM, Choi YS, et al. Cone-beam computed tomography evaluation of mini-implants after placement: is root proximity a major risk factor for failure? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:264-276, 2010.
30. Brisceno CE, Rossouw PE, Carrillo R, et al. Healing of the roots and surrounding structures after intentional damage with miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:292-301, 2009.
31. Lee NK, Baek SH. Effects of the diameter and shape of orthodontic mini-implants on microdamage to the cortical bone. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:8e1-8e8, discussion 8-9, 2010.
32. Yerby S, Scott CC, Evans NJ, et al. Effect of cutting flute design on cortical bone screw insertion torque and pullout strength. *J Orthop Trauma* 15:216-221, 2001.
33. Kim SH, Cho JH, Chung KR, et al. Removal torque values of surface-treated mini-implants after loading. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 134:36-43, 2008.
34. Chaddad K, Ferreira AF, Geurs N, et al. Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. *Angle Orthod* 78:107-113, 2008.
35. Crismani AG, Bertl MH, Celar AG, et al. Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:108-113, 2010.
36. Baumgaertel S. Predrilling of the implant site: is it necessary for orthodontic mini-implants? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:825-829, 2010.
37. Cornelis MA, Scheffler NR, Nyssen-Behets C, et al. Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: a prospective study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:18-24, 2008.
38. Cornelis MA, Scheffler NR, Mahy P, et al. Modified miniplates for temporary skeletal anchorage in orthodontics: placement and removal surgeries. *J Oral Maxillofac Surg* 66:1439-1445, 2008.
39. Chung KR, Choo H, Kim SH, et al. Timely relocation of mini-implants for uninterrupted full-arch distalization. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:839-849, 2010.

Página deliberadamente en blanco



TRATAMIENTO EN NIÑOS PREADOLESCENTES: ¿QUÉ HA CAMBIADO?

El tratamiento precoz presenta dos aspectos que es necesario abordar antes de poder pasar a describir cualquier tratamiento específico: en primer lugar, aquellos factores generales que hacen que el tratamiento precoz sea exclusivo y diferente del tratamiento completo posterior y, en segundo lugar, la necesidad de averiguar qué es lo que hay que tratar. Esto implica dos dilemas adicionales: qué es lo que «debería» tratarse inicialmente y qué habría que tratar más adelante, y cuáles son problemas moderados que puede tratar un odontólogo general y de familia y cuáles son más graves y deberían ser tratados por un especialista. Esta clasificación de los pacientes en función de la gravedad de sus problemas ortodóncicos puede resultar más sencilla si seguimos un esquema lógico, que denominamos triaje ortodóncico y explicamos al comienzo del capítulo 11.

Las indicaciones para el tratamiento precoz siguen siendo motivo de controversia. Algunos tipos de tratamiento deben realizarse lo antes posible, ya que resultan claramente beneficiosos para el paciente durante las fases de dentición primaria y dentición mixta precoz. Esta categoría está ya razonablemente definida. Hay otros tipos de tratamiento que se pueden realizar precozmente, pero quizá se puedan posponer sin comprometer el pronóstico del paciente. Puede que este tipo de tratamiento sea correcto, pero ¿resulta realmente beneficioso para el paciente? Esta es una categoría muy amplia que comprende varios tipos de tratamiento. También hay tratamientos que no deben utilizarse antes de la adolescencia y de la dentición permanente precoz, pero esta categoría no está tan clara. Estos tratamientos se solapan a menudo con aquellos que podrían

realizarse, pero que pueden no tener los efectos beneficiosos que se obtienen con los mismos si se utilizan durante el tratamiento global posterior. Teniendo en cuenta los datos disponibles a este respecto, la elección entre el tratamiento precoz y el tratamiento posterior suele limitarse a decidir entre lo que se «debería» hacer y lo que se «podría» hacer precozmente.

Al considerar la posibilidad del tratamiento precoz hay que tener en cuenta varios puntos importantes:

Hay que centrarse en lo que «debería hacerse» y en el tratamiento más obvio. El paciente se beneficiará realmente del tratamiento precoz si dicho tratamiento produce cambios conocidos y demostrados. Por ejemplo, los pacientes que están en la fase media o final de la dentición mixta, y a los que todavía no han erupcionado los incisivos, tienen un problema estético y del desarrollo dental muy obvio, y entran claramente dentro de la categoría de «debería hacerse» debido a que disponemos de datos fiables que demuestran que las cosas probablemente empeorarán si se pospone el tratamiento. Por otra parte, un apiñamiento de 10 mm no se resolverá por sí solo, con independencia de que se coloque o no un arco lingual durante la dentición mixta, sino que más bien requerirá una decisión más definitiva basada en las consecuencias a largo plazo. En el caso de un niño en la fase de dentición mixta con problemas dentales y faciales, ¿resulta aconsejable iniciar en ese momento el tratamiento de *este* paciente? En esta decisión hay que tener en cuenta factores como la edad y el comportamiento del niño, la situación familiar y social, las restricciones de tiempo y los costes del tratamiento. El tratamiento debe satisfacer las necesidades del paciente en muchos aspectos.

Es necesario definir claramente y comprender bien los objetivos del tratamiento precoz. Cuando un niño tiene un programa complejo, es muy probable que necesite una segunda fase de tratamiento durante la dentición permanente precoz, aun cuando el tratamiento precoz resulte apropiado y eficaz (fig. S5-1). El tiempo y la cooperación que los pacientes y los padres están dispuestos a dedicar al tratamiento ortodóncico tienen un límite. A menos que se establezcan de antemano unos objetivos apropiados, el tratamiento durante la dentición mixta puede prolongarse durante varios años y convertirse en un período de tratamiento demasiado largo, en lugar de desarrollarse en una serie definida de segmentos de tratamiento que resulte más ventajosa. Si el tratamiento durante la dentición mixta se prolonga demasiado, pueden surgir dos problemas: 1) los pacientes pueden acabar «quemados» cuando estén listos para el tratamiento global durante la dentición permanente precoz, y 2) el riesgo de dañar los dientes y las estructuras de soporte aumenta con la duración del tratamiento.

Esto significa que el diagnóstico y la planificación para el tratamiento precoz son tan exigentes e importantes como en el caso del tratamiento global. Si el tratamiento no tiene unos objetivos muy claros, será imposible establecer unos resultados finales apropiados. Normalmente, en el tratamiento precoz no suelen modificarse todos los aspectos de la oclusión para intentar conseguir un resultado ideal o casi ideal. En la

mayoría de los casos no se necesitan unas posiciones finales de los dientes y las raíces, a no ser que este sea todo el tratamiento que el niño vaya a recibir; algo que es muy difícil de predecir.

En el tratamiento durante la dentición mixta con un aparato fijo parcial, simplemente hay menos opciones posibles. Esto se debe fundamentalmente a la transición de los dientes de la dentición primaria a la permanente; las raíces de los molares primarios se reabsorben, y estos dientes no son buenos candidatos para el embandado o la adhesión. El cumplimiento del tratamiento por parte del paciente puede complicar los problemas que tiene un aparato parcial. Es cierto que actualmente disponemos de numerosos correctores fijos que aparentemente limitan algunas de las variables relacionadas con el cumplimiento del tratamiento por el paciente. Si un paciente no usa o no quiere usar un casquete se puede recurrir a otros aparatos, pero sigue siendo imperativo disponer de determinados dientes para poder colocar y anclar el aparato, y si cambiamos a un aparato diferente pueden variar también los resultados que se puedan obtener. En la dentición permanente, los aparatos completos permiten mayor flexibilidad, y los dispositivos de anclaje temporal (DAT) pueden proporcionar mejor anclaje esquelético. Aunque para algunas de estas acciones se requiere igualmente la cooperación del paciente, a menudo permiten ajustar inmediatamente el método de tratamiento para poder completarlo de una manera aceptable. Con un aparato parcial y posibles problemas de cumplimiento del tratamiento, simplemente no disponemos de todas las opciones posibles.

Existen diferencias biomecánicas importantes entre aparatos completos y parciales. El aparato fijo típico utilizado para el tratamiento durante la dentición mixta es del tipo «2 × 4» o «2 × 6» (dos bandas molares, cuatro o seis dientes anteriores cementados) (fig. S5-2). Cuando un aparato fijo incluye solo algunos dientes, los espacios en el arco de alambre son más extensos, es más fácil generar momentos de fuerza más intensos, y los propios alambres son más elásticos y menos resistentes (v. capítulo 9). Esto puede favorecer el desplazamiento o la rotura de los aparatos, así como la irritación de los tejidos blandos.

Por otra parte, esto puede tener algunas ventajas biomecánicas. Por ejemplo, la intrusión de los dientes resulta más sencilla con unos espacios más amplios en el alambre que



FIGURA S5-1 El tratamiento limitado durante la dentición mixta requiere unos objetivos concretos, pero no unos objetivos generales. **A.** Este paciente tiene los incisivos inferiores separados y una mordida cruzada posterior. En la primera fase del tratamiento se abordaron estos dos problemas, pero **(B)** no se intentó colocar exactamente los dientes (y generalmente esto no es necesario durante el tratamiento de la dentición mixta) debido a que todavía tienen que erupcionar otros dientes y pueden causar problemas.



FIGURA S5-2 Este paciente lleva un aparato de «2 × 6» que abarca dos molares y seis dientes anteriores. El aparato de «2 × 4» comprende dos molares y cuatro dientes anteriores. Este es un aparato utilizado habitualmente para la dentición mixta y puede incluir dientes primarios y permanentes.



generen fuerzas poco intensas y permitan generar los momentos apropiados. No suele estar indicado el uso de los nuevos alambres superelásticos cuando existen espacios muy amplios y sin apoyo. Es más fácil controlar los alambres de flexibilidad intermedia y con bucles, o usar un alambre base más grueso y un alambre flexible *piggyback*. Dado que los dientes permanentes disponibles se agrupan en segmentos anteriores (incisivos) y posteriores (molares), a menudo hay que utilizar una mecanoterapia de arcos segmentados. Puede resultar bastante complicado utilizar correctamente el aparato fijo, aparentemente sencillo, que se emplea en la dentición mixta (v. capítulo 10). Sería mejor decir que es engañosamente sencillo.

Es más difícil e importante controlar el anclaje. Al poder disponer solo de los primeros molares como anclaje en el segmento posterior de la arcada, la cantidad de movimiento dental que debería intentarse durante la dentición mixta es limitada. Se puede utilizar soporte extraoral en forma de casquete o máscara facial, pero el anclaje implantosoportado no resulta muy práctico debido a la presencia de dientes sin erupcionar y de hueso inmaduro. Este anclaje tan reducido acentúa los efectos recíprocos de un arco de intrusión o de un aparato para distalizar los molares. Además, puede que sea necesario estabilizar los arcos linguales superior e inferior como complemento del anclaje.

Cuidado con los dientes sin erupcionar. Aunque de forma rutinaria se obtienen radiografías de la dentición en desarrollo cuando se considera la posibilidad del tratamiento precoz, el efecto que tiene el movimiento dental sobre los dientes sin erupcionar suele escapar a un control continuado. Esto representa un riesgo, especialmente cuando se desea mover unos incisivos laterales que están junto a unos caninos sin erupcionar. Conviene extremar las precauciones para que las raíces de los incisivos laterales no se inclinen inadvertidamente hacia la trayectoria de erupción de los caninos. Si no se presta atención a este detalle, se puede favorecer la reabsorción de una parte importante de la raíz del incisivo lateral (fig. S5-3). Conviene igualmente confirmar la presencia de los dientes sin erupcionar. Si se descubre su ausencia más adelante, esto puede alterar considerablemente el curso y la dirección del tratamiento.

Los espacios deben cerrarse con especial cuidado. En caso contrario, si no están embandados o cementados todos los dientes, los dientes sin anclaje tenderán a desplazarse y a salirse de la arcada. Los dientes sin anclaje pueden desplazarse en sentido vestibular o lingual o, en algunos casos, en sentido oclusal. A menudo, los efectos secundarios imprevistos del cierre de espacios (que no se producirían con un aparato fijo completo) representan un problema importante para el tratamiento durante la dentición mixta.

Los mecanismos interarcadas deben utilizarse con moderación, o no utilizarse. Debido a los efectos secundarios de los elásticos de clase II, III o verticales (como el ensanchamiento o la constricción de las arcadas dentales y la alteración del plano oclusal), pueden resultar peligrosos con aparatos fijos parciales y alambres más finos, como los aparatos de 2×4 usados generalmente en la dentición mixta. En la mayoría de los casos no se recomienda el uso de fuerzas interarcadas, a menos que se utilice un aparato fijo completo o un alambre estabilizador bucal o lingual bastante grueso, con una excepción: se pueden emplear elásticos cruzados en la dentición mixta para tratar la mordida cruzada unilateral. Además, el

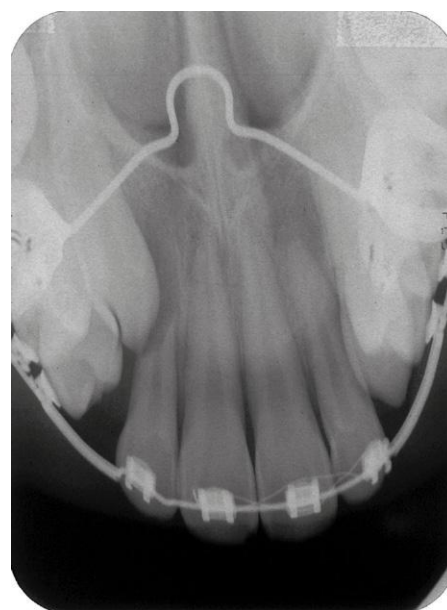


FIGURA S5-3 Este paciente muestra signos de reabsorción del incisivo lateral superior derecho antes de la erupción del canino superior derecho, y lleva colocado un aparato. Esto es lo que puede suceder si el canino ocupa una posición más mesial de lo normal o, con menos frecuencia, si la raíz del incisivo lateral presenta una inclinación distal excesiva. Está claramente indicado el tratamiento precoz, ya que la reabsorción radicular irá a más si no se recoloca el canino.

resultado del tratamiento está sometido a las limitaciones de no utilizar mecanismos interarcadas (fig. S5-4).

Si el tratamiento precoz se lleva a cabo solo en una arcada dental, el resultado final dependerá de los dientes y la arcada no tratados. Por ejemplo, si la arcada inferior no está alineada correctamente será muy difícil alinear bien la arcada superior y conseguir la coordinación adecuada entre los dientes sin interferencias. Asimismo, si existe una curva de Spee muy marcada en la arcada inferior y solo se nivela la arcada superior, la sobremordida y el resalte resultarán excesivos. A pesar de esto, el tratamiento precoz en una sola arcada y las posiciones dentales provisionales no ideales pueden ser bastante aceptables si se va a conseguir posteriormente el resto de la corrección total (fig. S5-5).

A menudo se necesita retención entre el tratamiento durante la dentición mixta y la erupción de los dientes permanentes. Después de cualquier movimiento dental o cambio esquelético significativo, es importante mantener los dientes o el hueso en su nueva posición hasta poder alcanzar unas condiciones de estabilidad. Esto es cierto tanto durante la dentición mixta como en fases posteriores. De hecho, tras el tratamiento precoz pueden ser incluso más necesarias una sobrecorrección y una retención muy minuciosa. La etapa final de la transición de la dentición mixta a la permanente es un período de tiempo especialmente inestable. Por ejemplo, suele ser en ese momento cuando se produce una deriva mesial de los molares que acorta la longitud de la arcada, y esto es algo que debemos evitar si el tratamiento precoz va dirigido a expandir la arcada. La corrección mediante máscara facial o expansión palatina debe tender a esa sobrecorrección.

En los pacientes en fase de dentición mixta hay que tener presentes dos factores al planificar la retención: la situación





FIGURA S5-4 Esta imagen muestra las restricciones que conlleva no usar una mecánica interarcadas para un tratamiento limitado. **A.** Este paciente tenía una sobremordida limitada en el lado derecho, en donde se identificó un canino impactado. **B.** El paciente mantiene todavía una sobremordida limitada tras la extrusión del canino debido a que solo se utilizaron aparatos superiores y no se pudieron usar elásticos verticales interarcadas.

actual y original del paciente, y los cambios posteriores que se producirán en la dentición y la oclusión cuando madure el niño (fig. S5-6). Si se utilizan retenedores de quita y pon hay que elegir con mucho cuidado la posición de los ganchos, los alambres y los arcos labiales, y deberán ser modificables o de quita y pon. Los alambres que atraviesan zonas edéntulas pueden interferir en la erupción de los dientes permanentes de esa zona, y los ganchos fijados a los dientes primarios serán de muy poca utilidad debido a que esos dientes se caerán. Los niños preadolescentes (incluso aquellos que cooperan bastante bien con el tratamiento activo) pueden no ser buenos candidatos para los retenedores de quita y pon, pero es necesario sopesar el mayor control que ofrecen los retenedores fijos con los mayores problemas de higiene y la menor posibilidad de modificarlos cuando erupcionen los dientes. Un período de retención prolongado antes del comienzo del tratamiento global incrementa también el riesgo de que el paciente acabe quemado.

Nuestro objetivo para los capítulos de esta sección consiste en presentar el espectro del tratamiento precoz (preadolescente) dentro de este contexto. El capítulo 11 se centra en dos cuestiones: 1) diferenciar a los pacientes infantiles con problemas ortodóncicos importantes pero menos complejos, que pueden ser tratados adecuadamente en un consultorio de odontología general, de aquellos otros que presentan problemas más complejos y probablemente tengan que ser tratados por un especialista, y 2) explicar los métodos necesarios para tratar estos casos menos complejos. En el capítulo 12 se describe el tratamiento más complejo de



FIGURA S5-5 Cuando se intenta un tratamiento limitado durante la dentición mixta, es muy probable que se necesite una segunda fase de tratamiento más adelante, o habrá que aceptar un resultado subóptimo. **A.** Una vez completado el tratamiento, este paciente muestra sobremordida limitada y resalte en la región de los incisivos superiores izquierdos. **B.** Dado que solo se le colocó un aparato en la arcada superior, hubo que aceptar una alineación irregular antes del tratamiento en la arcada inferior. Es difícil conseguir una alineación y una oclusión ideales cuando solo se trata una de las arcadas.



FIGURA S5-6 Cuando se utiliza retención entre el tratamiento precoz (fase 1) y el tratamiento posterior (fase 2), se requiere una actitud creativa a la hora de planificar las posiciones de arcos y ganchos para evitar interferencias con los dientes que erupcionen y mantener la eficacia de los ganchos. Se puede ver que el arco labial cruza la oclusión distal a los incisivos laterales, en lugar de hacerlo por la zona en la que erupcionarán los caninos, y que los ganchos de los molares se adaptan a las bandas y a los tubos de un casquete.

los niños con problemas no esqueléticos, y en el capítulo 13 se analizan las posibilidades de modificar el crecimiento como tratamiento para diferentes tipos de problemas esqueléticos. ■



TRATAMIENTO DE PROBLEMAS NO ESQUELÉTICOS MODERADOS EN NIÑOS PREADOLESCENTES: TRATAMIENTO PREVENTIVO Y DE INTERCEPTACIÓN EN ODONTOLOGÍA FAMILIAR

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

TRIAJE ORTODÓNCICO: DISTINCIÓN ENTRE PROBLEMAS DE TRATAMIENTO MODERADOS Y COMPLEJOS

Primer paso: síndromes y anomalías del desarrollo
Segundo paso: análisis del perfil facial
Tercer paso: desarrollo dental
Cuarto paso: problemas de espacio
Quinto paso: otras discrepancias oclusales

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE RELACIONES OCLUSALES

Mordida cruzada posterior
Mordida cruzada anterior
Mordida abierta anterior

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE ERUPCIÓN

Sobrerretención de los dientes primarios
Erupción ectópica
Dientes supernumerarios
Retraso en la erupción de los incisivos
Dientes primarios anquilosados

ABORDAJE DE LOS PROBLEMAS DE ESPACIO

Análisis del espacio: cuantificación de los problemas de espacio

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE ESPACIO

Pérdida dental prematura con espacio adecuado:
mantenimiento del espacio
Pérdida localizada de espacio (3 mm o menos):
recuperación del espacio
Apiñamiento leve-moderado de los incisivos con espacio suficiente
Apiñamiento moderado y generalizado
Desplazamientos de otros dientes

TRIAJE ORTODÓNCICO: DISTINCIÓN ENTRE PROBLEMAS DE TRATAMIENTO MODERADOS Y COMPLEJOS

Lo primero que debe preguntarse un odontólogo que atiende a un paciente joven con una maloclusión es si este necesita tratamiento ortodóncico. Si la respuesta es afirmativa, debe preguntarse a continuación cuándo hay que realizar dicho tratamiento. Y por último, ¿quién debe encargarse del mismo? ¿Es necesario derivar a este paciente a un especialista?

En medicina militar y de urgencia, el triaje es el proceso que se utiliza para clasificar a los heridos en función de la gravedad

de sus lesiones. Este proceso tiene un doble propósito: separar a aquellos pacientes que pueden recibir tratamiento en la escena del accidente de aquellos a los que hay que trasladar a centros especializados, y desarrollar una secuencia para atender a los pacientes, de manera que puedan recibir tratamiento primero aquellos que tienen más posibilidades de beneficiarse de una atención inmediata. Dado que los problemas ortodóncicos no constituyen casi nunca una urgencia, el proceso de clasificar los problemas ortodóncicos en función de su gravedad únicamente se parece al triaje médico en uno de los sentidos de este término. Por otra parte, es muy importante que el odontólogo de atención primaria sea capaz de distinguir entre los problemas que por lo general hay que tratar inmediatamente y aquellos otros problemas más corrientes que pueden esperar para un tratamiento global posterior. En esa misma línea, es muy importante distinguir entre problemas moderados y complejos, ya que de este proceso dependerá que los pacientes sean tratados adecuadamente por un odontólogo familiar o tengan que ser atendidos por un especialista.

Como en cualquier otro ámbito de la odontología, la decisión del odontólogo general sobre la posible inclusión del tratamiento ortodóncico como parte de sus servicios es siempre una decisión personal que deberá basarse en su preparación académica, experiencia y capacidad profesional. No obstante, debe persistir el principio de que los problemas menos graves reciban tratamiento en un consultorio de odontología general y los problemas de mayor gravedad sean derivados a un especialista, con independencia del interés que pueda tener el odontólogo en la ortodoncia. Únicamente deben cambiar los límites a la hora de tratar a un paciente en un consultorio de odontología general o de derivarlo a un especialista.

En esta sección presentamos un esquema lógico para el triaje ortodóncico de los pacientes pediátricos, basado en el método de diagnóstico desarrollado en el capítulo 6, y que incorpora los principios que permiten determinar la necesidad de tratamiento que ya hemos explicado anteriormente. Evidentemente, para el proceso de triaje se necesita una base de datos adecuada y una lista exhaustiva de los problemas del paciente. No se requiere una radiografía cefalométrica, ya que en un consultorio de odontología general resulta más apropiado un análisis de la morfología facial, pero sí se necesitan unas radiografías dentales apropiadas (normalmente, una radiografía panorámica; en ocasiones, radiografías de aleta de mordida combinadas con radiografías oclusales anteriores), así como modelos dentales y fotografías. Es fundamental efectuar un análisis del espacio disponible (v. más adelante en este capítulo). En esta sección incluimos un diagrama de flujo que ilustra los diferentes pasos de la secuencia de triaje.

Primer paso: síndromes y anomalías del desarrollo

El primer paso dentro del proceso de triaje consiste en separar a los pacientes con síndromes faciales y problemas igualmente complejos (fig. 11-1) para que puedan ser tratados por especialistas o equipos de especialistas. Basándose en el aspecto físico, las historias médica y dental y una evaluación del estado del desarrollo, resulta muy fácil reconocer prácticamente a todos estos pacientes. Como ejemplos de estos trastornos cabe destacar el labio leporino o el paladar hendido, el síndrome de Treacher Collins, la microsomía hemifacial y el síndrome de Crouzon (v. capítulo 3).

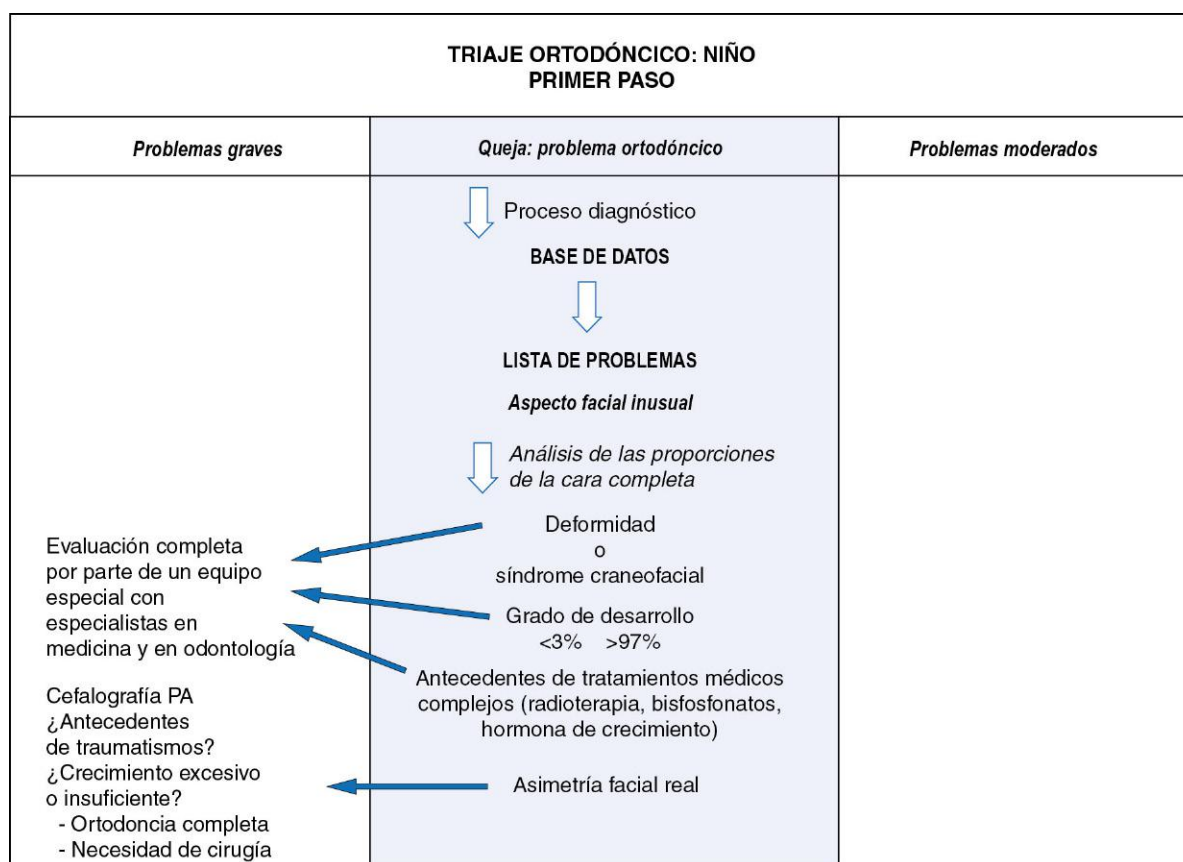


FIGURA 11-1 Triage ortodóncico, primer paso.

Algunos tratamientos médicos complejos, como la radioterapia, los bisfosfonatos y la hormona del crecimiento, pueden modificar el desarrollo dentofacial y la respuesta al tratamiento. Aquellos pacientes con un grado de desarrollo por encima del percentil 97 o por debajo del percentil 3 en las tablas de crecimiento estándar requieren una evaluación especial. Los trastornos del crecimiento pueden obligar a compaginar el tratamiento ortodóncico con un tratamiento endocrino, nutricional o psicológico. En los pacientes que sufren estos trastornos y otras enfermedades que afectan al crecimiento (como la artritis reumatoide juvenil), el diagnóstico ortodóncico correcto debe combinarse con el diagnóstico y el control de su proceso patológico.

Los pacientes con una asimetría esquelética importante (no necesariamente aquellos cuya asimetría se debe solo a una desviación funcional del maxilar inferior por las interferencias dentales causadas por una mordida cruzada) entran siempre dentro de la categoría de problemas graves (fig. 11-2). Estos pacientes podrían sufrir un problema del desarrollo, o su anomalía del crecimiento podría deberse a una lesión. El tratamiento incluirá probablemente la modificación del crecimiento y/o la cirugía, además del tratamiento ortodóncico global. El momento más indicado para intervenir dependerá de que la asimetría se deba a una falta o un exceso de crecimiento (v. capítulo 13), pero siempre está indicada una evaluación exhaustiva y precoz.

Segundo paso: análisis del perfil facial (fig. 11-3)

Problemas anteroposteriores y verticales

Independientemente de su etiología, los problemas de clase II y clase III esqueléticos y las deformidades verticales de cara alargada y cara corta requieren una evaluación cefalométrica muy exhaustiva para poder planificar el tratamiento correcto y elegir el momento más adecuado para el mismo; estos trastornos deben clasificarse como problemas complejos (fig. 11-4). En el capítulo 13 se analizan los diferentes aspectos de los planes de tratamiento para modificar el crecimiento. Como norma general, el tratamiento de clase II puede posponerse casi hasta el comienzo de la adolescencia y puede ser igualmente eficaz como tratamiento precoz, mientras que el tratamiento de clase III para las deficiencias del maxilar superior debe comenzar antes. El tratamiento de clase III para la protrusión mandibular parece ser ineficaz con independencia del

momento en que se produzca. Probablemente, el tratamiento de los problemas de cara alargada y de cara corta pueda posponerse, ya que los primeros se deben al crecimiento, que persiste hasta el final de la adolescencia y se adelanta a cualquier intervención programada anteriormente, y los últimos suelen responder bien al tratamiento global durante la adolescencia. Como en el caso de las asimetrías, está indicada una evaluación precoz aun cuando se posponga el tratamiento, razón por la que conviene derivar lo antes posible a los pacientes afectados.



FIGURA 11-2 A los 8 años de edad, este niño presenta una asimetría mandibular apreciable, con el mentón desviado varios milímetros hacia la izquierda. Es probable que un problema de este tipo se vaya agravando progresivamente, y constituye una indicación para derivar al paciente a un equipo especializado en deformidades faciales para que le realicen una evaluación exhaustiva. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

TRIAJE ORTODÓNCICO: NIÑO SEGUNDO PASO (El tratamiento en rojo debe realizarse lo antes posible)		
Problemas graves	Queja: problema ortodóncico	Problemas moderados
Análisis cefalométrico - ¿Modificación del crecimiento de clase II? Deficiencia maxilar de clase III	Cara simétrica ↓ Análisis del perfil facial Discrepancias intermaxilares AP o verticales Excesiva protrusión o retrusión de los incisivos	
¿Extracción?		

FIGURA 11-3 Triaje ortodóncico, segundo paso.

Exceso de protrusión o retrusión dental

Al analizar el perfil facial hay que reconocer una posible protrusión o retrusión dental muy marcada, que son dos problemas con un tratamiento igualmente complejo. La urgencia a la hora de tratar estos problemas depende habitualmente de sus repercusiones estéticas o, en el caso de la protrusión, del riesgo

de lesiones traumáticas. En caso contrario, deben ser tratados tal como se ha explicado anteriormente.

Algunas personas con unas proporciones esqueléticas correctas tienen protrusión de los incisivos, más que apiñamiento (fig. 11-5). En tales casos, el análisis del espacio muestra una discrepancia minúscula o inexistente debido a que la protrusión



FIGURA 11-4 A los pacientes con un problema esquelético, incluso moderado, se les debe identificar fácilmente durante la exploración clínica. **A.** Clase II esquelética por deficiencia mandibular. **B.** Clase III esquelética con componentes de exceso mandibular y deficiencia del maxilar superior. Ambos tipos de problemas pueden identificarse fácilmente al examinar el perfil. A estas edades no se necesita una radiografía cefalométrica para establecer el diagnóstico, aunque estaría indicada si se va a optar por el tratamiento precoz.



FIGURA 11-5 **A.** Protrusión dentoalveolar bimaxilar. Se puede observar la tirantez labial para intentar juntar los labios sobre los dientes. La protrusión de los incisivos separaba los labios en reposo. **B y C.** Las fotografías oclusales muestran la separación en la arcada superior y un apiñamiento muy leve en la inferior. En esta niña, el posible apiñamiento de los dientes se expresa casi exclusivamente en forma de protrusión.

de los incisivos ha compensado el posible apiñamiento. Una protrusión excesiva de los incisivos (protrusión bimaxilar, sin demasiado resalte) suele ser una indicación para la extracción de los premolares y la retracción de los incisivos prominentes. Este es un tratamiento complejo y prolongado. Debido a los cambios que produce el crecimiento puberal en el perfil facial, lo mejor en la mayoría de los casos es posponer las extracciones para corregir la protrusión hasta el final de la dentición mixta o el comienzo de la dentición permanente. En el capítulo 15 se describen las técnicas para controlar el grado de retracción de los incisivos.

Tercer paso: desarrollo dental

A diferencia de los problemas esqueléticos más complejos y de aquellos que se derivan de la protrusión de los incisivos, los problemas relacionados con el desarrollo dental suelen requerir tratamiento en cuanto son descubiertos, generalmente durante el inicio de la fase de dentición mixta, y a menudo pueden ser tratados por un odontólogo general. En la figura 11-6 se esbozan los factores que influyen en esta decisión, y en este capítulo se

explica detalladamente el tratamiento de los problemas menos graves de este tipo.

Desarrollo dental asimétrico

El tratamiento de una secuencia de desarrollo dental anormal debe planificarse únicamente después de haber establecido minuciosamente la etiología subyacente. La erupción asimétrica (un lado va por delante del otro con una diferencia de 6 meses o más) es un problema importante. Es necesario vigilar estrechamente la situación, y a falta de una patología manifiesta, a menudo hay que proceder a un tratamiento precoz, como la extracción selectiva de dientes primarios o permanentes. Algunos pacientes con desarrollo dental asimétrico tienen antecedentes de radioterapia infantil de cabeza y cuello o de lesiones traumáticas. El tratamiento quirúrgico y ortodóncico de estos pacientes debe planificarse y programarse con mucho cuidado, y puede incluir extracciones o reorientación de los dientes. Algunos de estos dientes tienen las raíces muy dilaceradas y no son buenos candidatos para la ortodoncia. Estos casos entran claramente en la categoría de problemas complejos y suelen requerir una intervención precoz.

TRIAJE ORTODÓNCICO: NIÑO TERCER PASO (El tratamiento en rojo debe realizarse lo antes posible)		
Problemas graves	Proporciones faciales favorables	Problemas moderados
Vigilar: ¿Extracción o reorientación quirúrgica de los dientes para la ortodoncia? ¿Conservar los primarios? ¿Reposición protésica? ¿Trasplantes? ¿Extracción, permitir la deriva de los dientes permanentes? ¿Extracción, cierre ortodóncico de espacios? Tratamiento quirúrgico-ortodóncico combinado	Revisar las radiografías intraorales para buscar posibles anomalías del desarrollo dental Secuencia asimétrica del patrón de desarrollo dental Dientes permanentes ausentes Dientes permanentes anquilosados Fallo primario de la erupción Dientes supernumerarios complicados por la posición o el número de los mismos Diente supernumerario solitario con una posición no complicada Dientes primarios retenidos o anquilosados Erupción ectópica Transposición	Extracción de supernumerarios Vigilar: Extraer y mantener el espacio en caso de pérdida de espacio o de desplazamiento vertical Vigilar: - ¿Recolocación? - ¿Extracción? - ¿Recuperación de espacios?

FIGURA 11-6 Triaje ortodóncico, tercer paso.

Ausencia de dientes permanentes

La ausencia congénita de dientes permanentes suele afectar a los incisivos laterales superiores y a los segundos premolares inferiores. Los dientes ausentes a causa de algún traumatismo suelen ser los incisivos centrales y laterales superiores.

Las posibilidades de tratamiento difieren ligeramente entre los dientes anteriores y los posteriores. En caso de ausencia de algunos dientes posteriores, podemos: 1) mantener el diente o los dientes primarios; 2) extraer los dientes primarios superpuestos y permitir después la deriva de los dientes permanentes adyacentes; 3) extraer los dientes primarios y proceder inmediatamente al tratamiento ortodóncico, o 4) reponer progresivamente los dientes ausentes o quizá utilizar un trasplante o un implante más adelante. En el caso de los dientes anteriores suele haber menos posibilidades de mantener los dientes primarios debido al aspecto estético y a la erupción espontánea de los dientes permanentes adyacentes hacia el espacio del diente ausente. Por otra parte, la extracción y deriva de los dientes adyacentes resulta menos atractiva debido a que los rebordes edéntulos anteriores se deterioran rápidamente. Igual que con otros problemas del crecimiento, es fundamental llevar a cabo una evaluación y una planificación inmediatas. En el capítulo 12 se describe más detalladamente el tratamiento de los problemas de dientes ausentes en los niños con dentición mixta.

A efectos prácticos, los dientes permanentes anquilosados a una edad temprana o los dientes que no llegan a erupcionar por otras razones (como un fallo primario de la erupción) entran dentro de la misma categoría que los dientes ausentes. Estos problemas graves obligan generalmente a combinar cirugía (para la extracción o la decoronación) y ortodoncia, si es que existe alguna posibilidad de tratar satisfactoriamente estos trastornos. Tras la intervención quirúrgica, las opciones finales son el cierre ortodóncico de espacios, el trasplante a la zona afectada o la reposición protésica.

Dientes supernumerarios

El 90% de todos los dientes supernumerarios se localizan en la parte anterior del maxilar superior. A menudo, los dientes supernumerarios múltiples o invertidos y aquellos que están malformados suelen desplazar los dientes adyacentes y causar problemas al erupcionar. La presencia de varios dientes supernumerarios indica la existencia de un problema complejo, y quizás de un síndrome o una anomalía congénita como la displasia cleidocraneal. Está indicada la extracción precoz de los dientes supernumerarios, aunque se debe realizar con mucho cuidado para limitar posibles daños en los dientes adyacentes. Si los dientes permanentes se han desplazado o van muy retrasados en su erupción, posiblemente haya que recurrir a la exposición quirúrgica, la cirugía periodontal complementaria y posiblemente la tracción mecánica para atraerlos hacia la arcada tras la extracción de los supernumerarios.

Los supernumerarios solitarios que no están malformados suelen erupcionar espontáneamente, produciendo problemas de apiñamiento. Si es posible extraerlos antes de que distorsionen la arcada dental, puede que esto sea todo lo que haya que hacer.

Otros problemas de erupción

La erupción ectópica (erupción de un diente en el lugar equivocado, o por una ruta de erupción incorrecta) conduce

frecuentemente a la pérdida prematura de un diente primario, aunque en los casos graves puede inducir la reabsorción de los dientes permanentes. En estos casos puede estar indicada la recolocación del diente que ha erupcionado en una posición ectópica, ya sea por medios quirúrgicos o exponiendo el diente problemático, fijando un anclaje al mismo y aplicando tracción. La transposición de los dientes representa una variante muy llamativa de la erupción ectópica. En algunos casos, una intervención precoz puede reducir el grado de malposición de los dientes. A menudo hay que combinar la cirugía y la ortodoncia para resolver estos graves problemas, que pueden estar vinculados genéticamente a otras anomalías. Se describen en el capítulo 12.

Cuarto paso: problemas de espacio

Los problemas ortodóncicos de un niño con unas proporciones faciales aceptables son el apiñamiento, la irregularidad o la malposición de los dientes (fig. 11-7). A esas edades, independientemente de que se observe apiñamiento o no, los resultados del análisis del espacio disponible son fundamentales para poder planificar el tratamiento. A la hora de planificar otros tratamientos es fundamental tener presente la existencia o no de espacio adecuado.

Al interpretar los resultados del análisis de espacio en pacientes de cualquier edad conviene recordar que si no se dispone de suficiente espacio para alinear los dientes pueden suceder dos cosas. Los incisivos pueden quedar enderezados y bien colocados en el hueso basal del maxilar superior o inferior, y después pueden rotar o inclinarse en sentido labial o lingual. En este caso, el apiñamiento potencial se expresa como un apiñamiento real y suele ser bastante visible (fig. 11-8). También puede suceder que los dientes apiñados se alineen total o parcialmente a expensas de los labios, desplazándolos hacia adelante y separándolos en reposo (v. fig. 11-5). Incluso cuando el riesgo de apiñamiento es máximo, los dientes pueden alinearse a expensas de los labios, impidiendo el cierre de los mismos. Esto debe detectarse al examinar el perfil del paciente. Si existe ya algo de protrusión además del apiñamiento, conviene suponer que se han alcanzado los límites naturales de desplazamiento anterior de los incisivos.

Dependiendo de las circunstancias, la respuesta apropiada a las deficiencias de espacio puede variar. Si la pérdida es de 3 mm o menos, es posible recuperar el espacio perdido. Si se han perdido 4 mm o menos o si existe apiñamiento con un espacio adecuado, conviene recolocar los incisivos en una posición más labial o gestionar el espacio disponible durante la transición. De estas intervenciones, el momento elegido para el tratamiento resulta crucial únicamente cuando hay que recuperar y gestionar el espacio de transición. Más adelante, en este mismo capítulo, describimos el plan de tratamiento para estos problemas moderados. Las discrepancias de espacio de 5 mm o más, con o sin protrusión de los incisivos, representa un problema de tratamiento muy complejo. En estos niños, si no se extrae ningún diente, es necesario emplear el máximo anclaje posible o un mecanismo muy robusto, y si se extrae algún diente es muy importante el anclaje. Un apiñamiento muy marcado de 10 mm o más requiere igualmente una planificación minuciosa y compleja, y en muchos casos una intervención precoz, de manera que los dientes permanentes no queden impactados ni

TRIAJE ORTODÓNCICO: NIÑO CUARTO PASO (El tratamiento en rojo debe realizarse lo antes posible)		
Problemas graves	Desarrollo dental normal	Problemas moderados
	 Análisis del espacio	
	Ausencia prematura de un canino o molar primario con espacio adecuado 	Mantenimiento del espacio
	Deficiencia de espacio localizada por la pérdida prematura de un canino o molar primario 3 mm o menos 	Recuperación del espacio Aparatos simples
¿Expansión? ¿Extracción? 	>3 mm	
	3 mm o menos Incisivos irregulares con espacio adecuado 	Dentición mixta: - ¿Posponer el tratamiento? - ¿Alinear?
	>3 mm 	Gestión del espacio - ¿Rebajar los dientes primarios? - ¿Extracción selectiva de dientes primarios?
	4-5 mm o menos de deficiencia de espacio 	¿Expansión de la arcada?
Tratamiento completo - ¿Expansión? - ¿Extracción? 	>4-5 mm	
Movimiento en bloque 	Diastema de la línea media de 2 mm o menos 	Ningún tratamiento antes de que erupcionen los caninos Inclinan simultáneamente los dientes y retener
Plan para la extracción seriada 	Apiñamiento marcado >10 mm	

FIGURA 11-7 Triage ortodóncico, cuarto paso.



FIGURA 11-8 En algunos pacientes, como este adulto joven (**A**), el apiñamiento potencial se expresa totalmente como un apiñamiento real (**B y C**) sin compensación de la forma de protrusión dental y labial. En otros (v. [fig. 11-5](#)), el apiñamiento potencial se expresa en forma de protrusión. Los dientes terminan en una posición de equilibrio entre la lengua y las fuerzas labiales que actúan sobre los mismos (v. [capítulo 5](#)).

se desvíen por otras rutas de erupción afectando a otros dientes permanentes o haciéndolos salir a la cavidad oral a través de tejido no queratinizado.

Por lo general, los diastemas pequeños de la línea media se cierran solos y apenas causan problemas estéticos o del desarrollo. Los diastemas más extensos (de más de 2 mm) pueden resultar antiestéticos e impedir la erupción correcta de los dientes adyacentes. Son motivo de mayor preocupación y de tratamiento precoz.

Quinto paso: otras discrepancias oclusales

En la mayoría de los casos, la clasificación de la mordida cruzada y la sobremordida/mordida abierta como problemas moderados o graves depende de la forma de la cara del niño (fig. 11-9). El tratamiento durante la dentición mixta de todos estos problemas debe analizarse en el contexto de «debe tratarse» o «puede tratarse».

Como norma general, una mordida cruzada posterior en un preadolescente puede clasificarse como un problema moderado

si no existe ningún otro factor que complique el caso (como un apiñamiento muy marcado). Debe recibir tratamiento precoz si el niño desvía el maxilar hacia un lado desde la posición de contacto dental inicial. Aunque puede tratarse precozmente si no hay desviación, suele ser mejor posponer el tratamiento hasta la dentición mixta tardía para poder orientar los premolares y segundos molares en erupción hacia su posición. Para tratar una mordida cruzada posterior esquelética durante la adolescencia se requieren fuerzas más intensas y aparatos más complejos.

La mordida cruzada anterior suele reflejar una discrepancia intermaxilar, pero puede deberse a la inclinación lingual de los incisivos o al apiñamiento de estos dientes al erupcionar. Más adelante explicamos el plan de tratamiento mediante aparatos fijos o de quita y pon para corregir precozmente estas mordidas cruzadas simples.

Un resalte excesivo, con vestibulización y separación de los incisivos superiores, suele reflejar un problema esquelético, aunque puede aparecer también en pacientes con unas proporciones

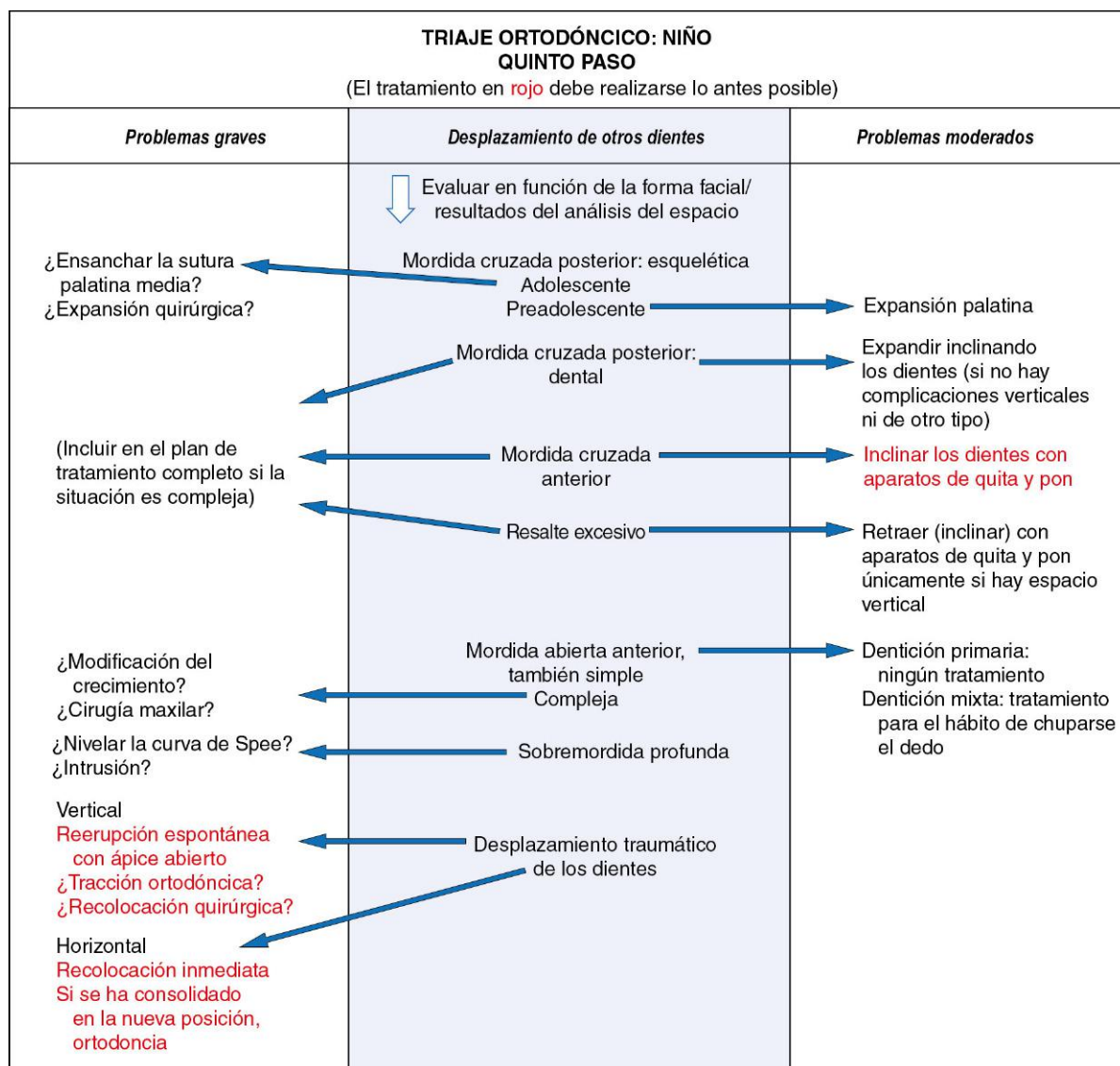


FIGURA 11-9 Triaje ortodóncico, quinto paso.

maxilares correctas. Si se dispone de suficiente separación vertical, es posible inclinar lingualmente los dientes y juntarlos con un aparato simple de quita y pon a cualquier edad; el momento elegido para el tratamiento depende en muchos casos de las preferencias del niño y de sus padres.

Normalmente, una mordida abierta anterior en un niño pequeño con proporciones faciales aceptables no requiere tratamiento debido a que hay bastantes posibilidades de que se corrija espontáneamente al erupcionar otros incisivos, especialmente si la mordida abierta se debe a un hábito oral (como chuparse el dedo). Una mordida abierta compleja (con alteraciones esqueléticas o manifestaciones posteriores) o cualquier mordida abierta en un paciente mayor constituye un problema grave. Una sobremordida profunda puede desarrollarse de varias maneras (v. capítulo 6), pero en muchos casos se debe o se acentúa por una altura facial anterior reducida. Raras veces se procede a su tratamiento durante la dentición mixta.

Los incisivos erupcionados y desplazados a causa de un tratamiento representan un caso especial debido a los problemas oclusales resultantes. Existe riesgo de anquilosis tras la curación, especialmente después de una intrusión traumática. Si el ápice está abierto y no se ha completado el desarrollo radicular, conviene esperar a la reerupción espontánea. Si las lesiones son más graves o el paciente es mayor, hay que recurrir inmediatamente al tratamiento ortodóncico o quirúrgico, y el pronóstico a largo plazo es siempre reservado. En el capítulo 13 se describe el plan de tratamiento tras un traumatismo.

Con este esquema de triaje pretendemos ayudar al odontólogo general a decidir a qué niños con problemas ortodóncicos puede tratar y a cuáles debe derivar. Más adelante en este mismo capítulo describimos el tratamiento de los niños con problemas no esqueléticos moderados, aquellos que son candidatos a ser tratados en un consultorio de odontología general de acuerdo con el esquema de triaje. En el capítulo 12 se explica el tratamiento precoz (preadolescente) de los problemas no esqueléticos más graves y complejos, y en el capítulo 13 se describe el tratamiento de los problemas esqueléticos.

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE RELACIONES OCLUSALES

Mordida cruzada posterior

La mordida cruzada posterior es relativamente frecuente en los niños durante la fase de dentición mixta; afecta al 7,1% de los niños norteamericanos de 8 a 11 años de edad.¹ Normalmente, se debe a un estrechamiento de la arcada superior y, a menudo, se observa en niños con hábitos de succión prolongados. La mordida cruzada puede deberse a un estrechamiento del maxilar superior (es decir, a las dimensiones esqueléticas) o únicamente a una inclinación lingual de los dientes superiores. Si el niño desvía la boca al cerrarla o si la constricción es tan marcada que reduce significativamente el espacio en la arcada, está indicada la corrección precoz. En caso contrario, se puede posponer el tratamiento, especialmente si hay otros problemas que indiquen la posibilidad de que el paciente necesite tratamiento ortodóncico global más adelante.



FIGURA 11-10 En los niños pequeños, los dispositivos de expansión de la arcada superior del tipo arco lingual (arcos en W y Quad hélix) suministran suficiente fuerza para abrir la sutura palatina media, como se puede apreciar en esta radiografía oclusal de la arcada superior.

También es importante determinar si una posible asimetría mandibular asociada se debe a que el maxilar inferior se ha desviado por interferencias dentales o si existe una verdadera asimetría maxilar o mandibular. También es muy importante determinar si la mordida cruzada posterior se debe a una retrusión maxilar o una protrusión mandibular esqueléticas. En tales casos, la posición anteroposterior del maxilar superior o inferior contribuye a la mordida cruzada, y el paladar puede tener realmente unas dimensiones transversales normales.

Al corregir las mordidas cruzadas posteriores durante la dentición mixta se incrementa el perímetro de la arcada y se proporciona más espacio para los dientes permanentes. Por término medio, un incremento de 1 mm en la anchura entre los premolares aumenta el perímetro de la arcada en 0,7 mm.² No suele observarse una recidiva total de la mordida cruzada si no existe ningún problema esquelético, y la expansión durante la dentición mixta permite reducir la incidencia de la mordida cruzada posterior en la dentición permanente; por consiguiente, la corrección precoz simplifica también el diagnóstico y el tratamiento posteriores, al eliminar de la lista ese problema por lo menos.

Aunque es importante determinar si la mordida cruzada es de etiología esquelética o dental, el tratamiento suele ser el mismo en los años de la dentición mixta precoz, ya que se pueden emplear fuerzas relativamente leves para mover los dientes y los huesos. La mejor opción a estas edades es un arco lingual de expansión; solo se necesita aplicar una fuerza más intensa con un tornillo de expansión cuando la sutura palatina media ha quedado muy interdigitada en la adolescencia (fig. 11-10; v. también capítulo 13). Durante la dentición primaria o mixta precoz no está indicado el uso de fuerzas intensas y de expansión rápida. Se corre el riesgo de deformar considerablemente la nariz si se utilizan estos métodos en niños pequeños (v. fig. 7-8).

Existen fundamentalmente tres métodos para tratar las mordidas cruzadas posteriores moderadas en los niños:

1. Equilibrado para suprimir la desviación mandibular

En algunos casos (sobre todo durante la dentición primaria o mixta precoz), la desviación a una mordida cruzada posterior se debe exclusivamente a una interferencia oclusal causada por los caninos primarios o (con menos frecuencia) los molares



FIGURA 11-11 Pequeñas interferencias entre caninos que causan desviación mandibular. **A.** Contacto inicial. **B.** Desviación hacia una oclusión céntrica. La ligera posición lingual de los caninos primarios puede causar interferencias oclusales y una mordida cruzada posterior aparente. Esta causa aislada de mordida cruzada posterior es muy poco frecuente y responde muy bien al ajuste oclusal de los caninos primarios.

primarios. Estos casos pueden diagnosticarse colocando cuidadosamente el maxilar inferior en oclusión céntrica; de ese modo se puede apreciar que el maxilar superior tiene la anchura adecuada y que no hay mordida cruzada si no se desvía el maxilar inferior (fig. 11-11). En tales casos, el niño solo necesita un equilibrio limitado de los dientes primarios (que a menudo consiste solo en una reducción de los caninos primarios) para suprimir las interferencias y la desviación lateral a la mordida cruzada.³

2. Expansión de una arcada superior constreñida

Con más frecuencia, la desviación lateral hacia una mordida cruzada se debe a una constricción de la arcada superior. Incluso una constricción limitada genera interferencias dentales que obligan al maxilar inferior a desviarse hacia una nueva posición para conseguir la máxima intercuspidación posible (fig. 11-12), y para corregir este problema es necesario expandir moderadamente la arcada dental superior. Como norma general, conviene expandir para prevenir la desviación en el momento del diagnóstico, aunque hay una excepción: si se prevé que los primeros molares permanentes van a erupcionar antes de 6 meses, es mejor esperar a que lo hagan para poder corregir también estos dientes, si fuera necesario. Si la constricción del maxilar superior es aún mayor, los dientes superiores pueden encajar



FIGURA 11-12 Constricción bilateral moderada del maxilar superior. **A.** Contacto inicial. **B.** Desviación a una oclusión céntrica. La constricción bilateral moderada del maxilar superior produce a menudo interferencias posteriores al cerrar la boca y desviación lateral del maxilar inferior hacia una aparente mordida cruzada posterior unilateral. Este problema responde también muy bien a la expansión bilateral del maxilar superior.

dentro de los inferiores; en tal caso, no habrá desviación al cerrar la boca (fig. 11-13) ni habrá tantos motivos para corregir la mordida cruzada.

Aunque para tratar la mordida cruzada posterior se puede usar un aparato de quita y pon de placa dividida, esto plantea tres problemas: el éxito del tratamiento depende del cumplimiento del mismo por parte del paciente, el tratamiento se prolonga durante más tiempo, y resulta más caro que un arco lingual de expansión.⁴ El mejor aparato para un niño preadolescente es un arco lingual ajustable, que requiere muy poca colaboración por parte del paciente.

Tanto el arco en W como el Quad hélix son aparatos muy fiables y fáciles de usar. El arco en W es un aparato fijo de alambre de acero de 36 mil que va soldado a unas bandas molares (fig. 11-14). Se activa simplemente abriendo los extremos de la W y se puede ajustar fácilmente para conseguir mayor expansión anterior que posterior, o viceversa, si así se desea. El aparato genera unos niveles de fuerza adecuados cuando se abre 4-6 mm más de su anchura pasiva, y debe ajustarse a esta dimensión antes de cementarlo. Es frecuente que los dientes y el maxilar superior se muevan más por un lado que por el otro, de tal manera que la expansión bilateral constituye más la excepción que la regla, aunque casi siempre se consiguen una corrección y una posición dental aceptables.



FIGURA 11-13 Constricción bilateral muy marcada del maxilar superior. **A.** Contacto inicial. **B.** Oclusión céntrica (sin desviaciones). Una constricción muy marcada no suele producir interferencias al cerrar la boca, y el paciente tiene una mordida cruzada posterior bilateral en relación céntrica. El mejor tratamiento para este problema consiste en la expansión bilateral del maxilar superior.

El aparato Quad hélix (fig. 11-15) es una versión más flexible del arco en W, aunque está hecho con acero de alambre de 38 mil. Las hélices para el paladar anterior son voluminosas, lo que puede suponer un recordatorio muy eficaz para ayudar a eliminar los hábitos de succión. La mejor indicación para este aparato en la existencia de una mordida cruzada posterior, unida al hábito de chuparse el dedo. Incorpora una cantidad adicional de alambre, lo que le proporciona un rango de acción algo mayor que el del arco en W, aunque las fuerzas son equivalentes. El Quad hélix puede irritar los tejidos blandos. Tanto el arco en W como el Quad hélix dejan una huella en la lengua, y es necesario advertir de ello a los padres y al niño (fig. 11-16). La marca desaparece cuando se retira el aparato, pero puede tardar hasta 1 año en desaparecer totalmente.

Con ambos tipos de arco linguales de expansión cabe esperar que se abra ligeramente la sutura palatina media en un niño con dentición primaria o mixta, por lo que la expansión no es exclusivamente dental. La expansión debe continuar a un ritmo de 2 mm mensuales (1 mm a cada lado) hasta haber sobrecorregido ligeramente la mordida cruzada. En otras palabras, las cúspides linguales de los dientes superiores deben ocluir con los planos inclinados linguales de las cúspides bucales de los molares inferiores al final del tratamiento activo (fig. 11-17). Se pueden efectuar cambios en el aparato intraoral, pero esto puede producir cambios inesperados. Por este motivo, se

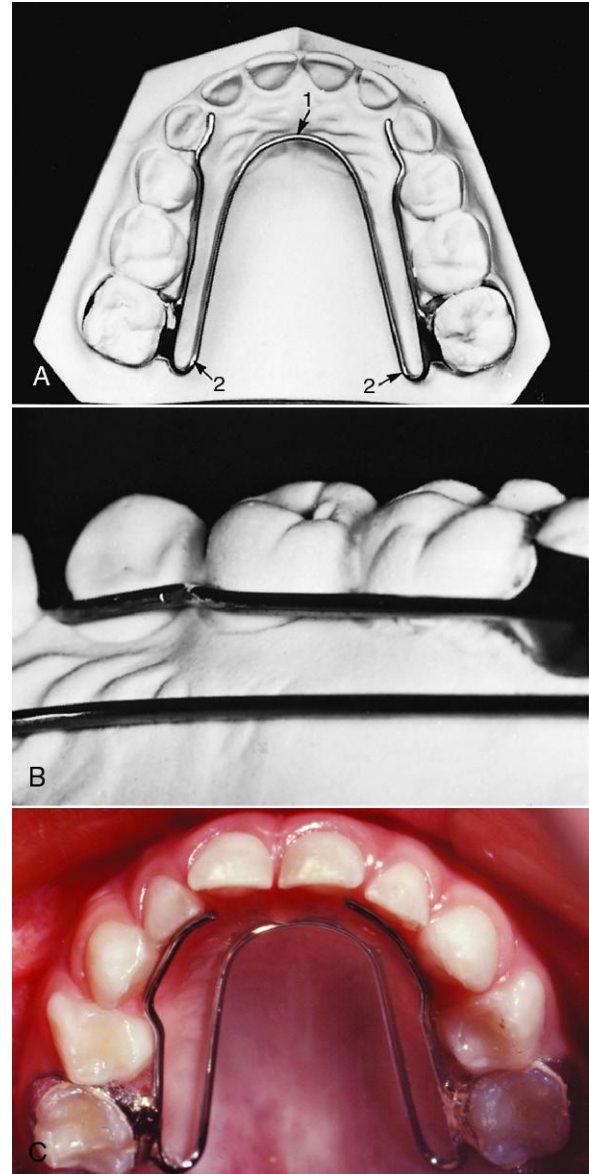


FIGURA 11-14 El arco en W resulta idóneo para la expansión bilateral del maxilar superior. **A.** El aparato está hecho de alambre de 36 mil y va soldado a las bandas. El alambre lingual debe hacer contacto con los dientes implicados en la mordida cruzada y no extenderse distalmente 1-2 mm más allá de los molares embandados para no irritar los tejidos blandos. La activación en el punto 1 produce expansión posterior y la activación en el punto 2 produce expansión anterior. **B.** El alambre lingual debe permanecer a una distancia de entre 1 y 1,5 mm de la encía marginal y el tejido palatino. **C.** Arco en W utilizado para corregir una constricción bilateral en la dentición primaria.

recomienda extraer el aparato y volver a cementarlo en cada visita del tratamiento activo. Para la mayoría de las mordidas cruzadas posteriores se necesitan entre 2 y 3 meses de tratamiento activo (los pacientes deben acudir a revisión cada mes para los ajustes) y 3 meses de retención (durante los cuales se deja colocado pasivamente el arco lingual en su sitio). Esta corrección durante la dentición mixta parece producir resultados estables a largo plazo.⁵

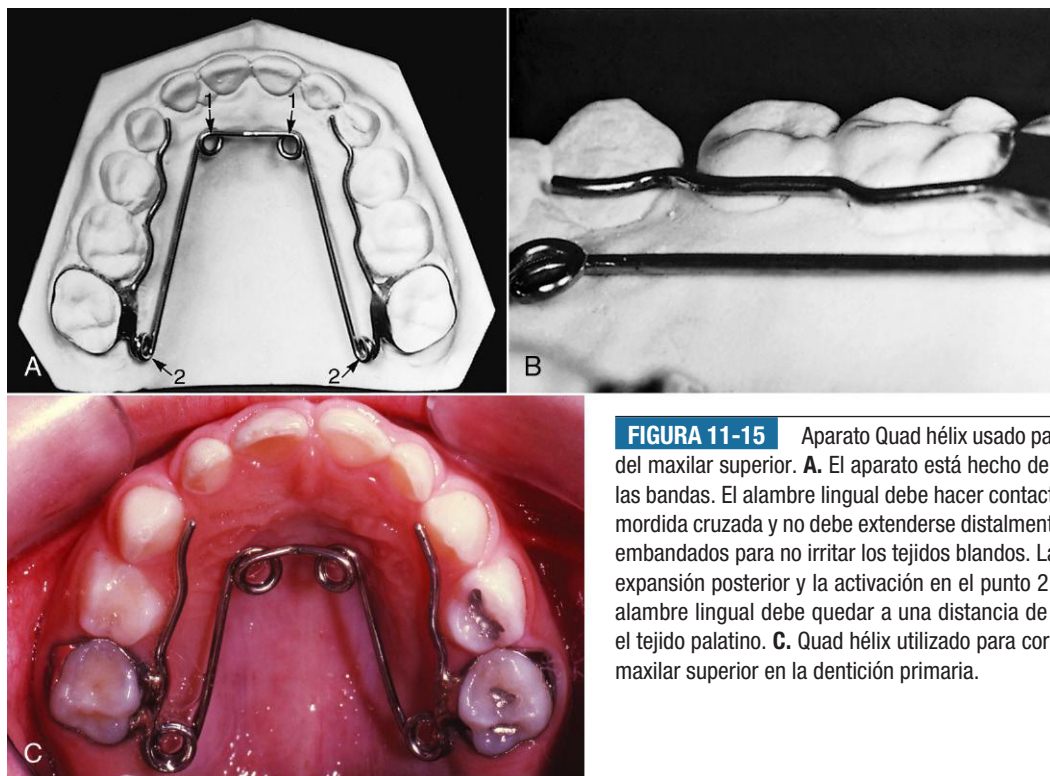


FIGURA 11-15 Aparato Quad hélix usado para corregir la constricción bilateral del maxilar superior. **A.** El aparato está hecho de alambre de 38 mil y va soldado a las bandas. El alambre lingual debe hacer contacto con los dientes implicados en la mordida cruzada y no debe extenderse distalmente 1-2 mm más allá de los molares embandados para no irritar los tejidos blandos. La activación en el punto 1 produce expansión posterior y la activación en el punto 2 produce expansión anterior. **B.** El alambre lingual debe quedar a una distancia de 1-1,5 mm de la encía marginal y el tejido palatino. **C.** Quad hélix utilizado para corregir una constricción bilateral del maxilar superior en la dentición primaria.



FIGURA 11-16 El arco en W, el Quad hélix y los aparatos para combatir determinados hábitos dejan a menudo marcas en la superficie superior de la lengua (*flechas*). A menudo, estas marcas pueden persistir hasta 1 año después de la retirada del aparato. No se recomienda ningún tratamiento, aunque conviene advertir de esta posibilidad a los pacientes y a sus padres.



FIGURA 11-17 **A.** Las mordidas cruzadas posteriores deben sobre corregirse hasta que las cúspides linguales de los dientes posteriores superiores ocluyan con los planos inclinados linguales de las cúspides bucales de los dientes inferiores, como se puede ver en este caso, y después deben mantenerse durante unos 3 meses, aproximadamente. **B.** Tras el periodo de retención, un ligero desplazamiento lingual de los dientes superiores da lugar a una oclusión normal.



FIGURA 11-18 Constricción posterior unilateral verdadera del maxilar superior. **A.** Contacto inicial. **B.** Oclusión plena (sin desviaciones). La constricción unilateral verdadera tiene una mordida cruzada posterior unilateral en relación céntrica y en oclusión céntrica, sin desviación lateral. El mejor tratamiento para este problema consiste en la expansión posterior unilateral.

3. Recolocación unilateral de los dientes

Algunos niños tienen una mordida cruzada unilateral verdadera como consecuencia de una constricción unilateral de la arcada superior (fig. 11-18). En estos casos, el tratamiento idóneo consiste en mover determinados dientes del lado constreñido. Hasta cierto punto, para conseguir este objetivo de movimiento asimétrico se pueden emplear brazos de diferente longitud en un arco en W o un Quad hélix (fig. 11-19), aunque cabe esperar que se produzca algo de expansión bilateral. También se puede usar un arco lingual inferior para estabilizar los dientes inferiores y fijar elásticos cruzados a los dientes superiores defectuosos. Esto resulta más complicado y requiere la cooperación del paciente para obtener buenos resultados, pero sus efectos son más unilaterales.

Todos los aparatos descritos anteriormente sirven para corregir los dientes de la arcada superior, que es donde suele localizarse el problema. Si al problema contribuyen dientes de ambas arcadas, se pueden recolocar los dientes superiores e inferiores utilizando elásticos cruzados entre anclajes embandados o cementados en ambas arcadas (fig. 11-20). Lo mejor es utilizar elásticos de látex con una luz de 5 mm, que generan una fuerza de 170 g. La fuerza de los elásticos se dirige en sentido vertical y vestibulolingual, lo que permite extruir los dientes posteriores y reducir la sobremordida. Debido a ello, los elásticos cruzados

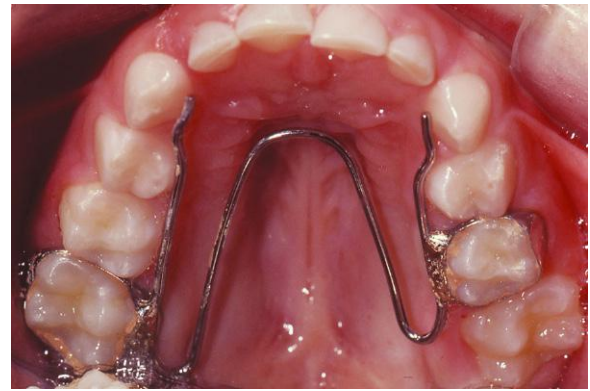


FIGURA 11-19 Arco en W desigual y asimétrico usado para corregir una constricción unilateral verdadera del maxilar superior. En el lado de la arcada que hay que expandir hay menos dientes en contacto con el alambre lingual que en la unidad de anclaje. Incluso con esta disposición, cabe esperar que ambos lados experimenten algún movimiento de expansión, cuya magnitud no es posible predecir.

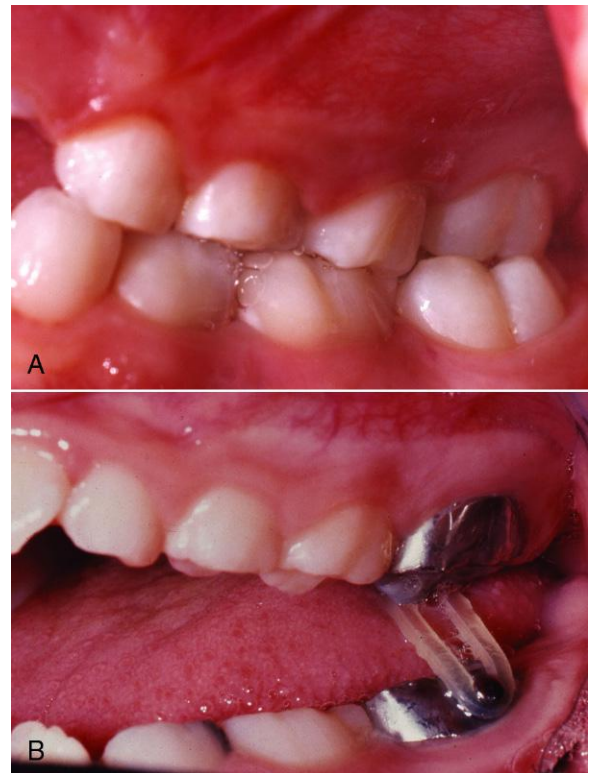


FIGURA 11-20 **A.** Este paciente tiene el primer molar superior izquierdo permanente desplazado en sentido lingual y el primer molar inferior izquierdo permanente desplazado en sentido vestibular, lo que da lugar a una mordida cruzada posterior entre estos dientes. **B.** Elástico cruzado, corto y relativamente grueso, colocado entre los botones soldados a las bandas. Algunos niños pueden tener problemas para colocarse el elástico, pero deben llevarlo en todo momento y cambiarlo con frecuencia.

Mordida cruzada posterior: formas de tratamiento

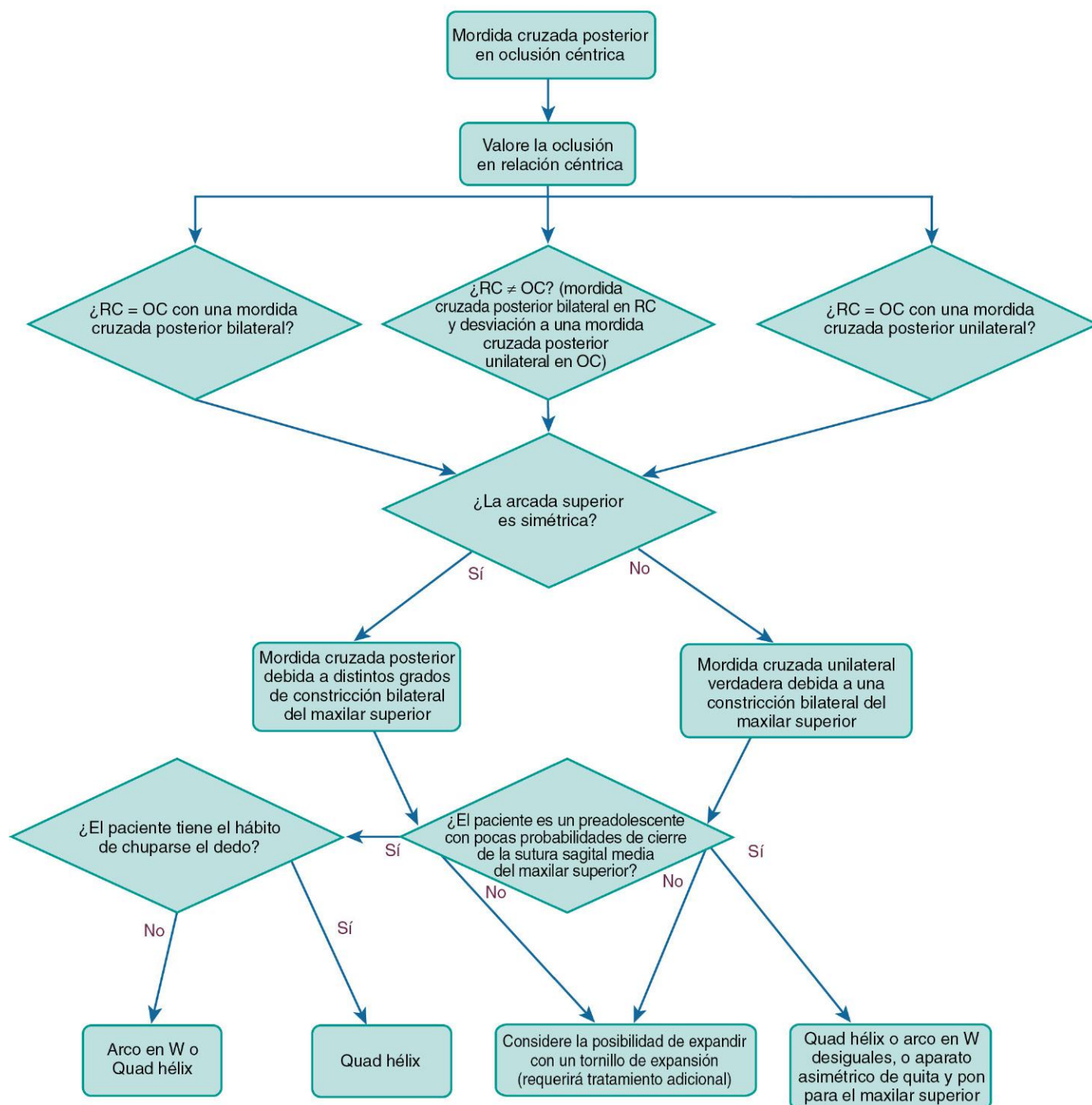


FIGURA 11-21 Se puede usar este diagrama de flujo para tomar una decisión acerca de las posibles opciones para corregir una mordida cruzada posterior en las denticiones primaria y mixta. La respuesta a las preguntas que se plantean en este diagrama debe conducir a un tratamiento satisfactorio. En el capítulo 13 se describen los métodos para corregir las mordidas cruzadas posteriores esqueléticas. OC, oclusión céntrica; RC, relación céntrica.

deben utilizarse con mucha precaución en los niños con mayor altura de la mitad inferior de la cara o con una sobremordida limitada. Cuando se corrige una mordida cruzada con elásticos es necesario sobre corregirla y dejar colocadas las bandas o los anclajes adheridos inmediatamente después del tratamiento activo. Si se observa una recidiva excesiva, se pueden volver a colocar los elásticos sin necesidad de volver a embandar o cementar. Una

vez que la oclusión se mantiene estable durante varias semanas sin necesidad de la fuerza elástica, se pueden retirar los anclajes. El problema más frecuente con esta forma de corrección de la mordida cruzada es la falta de cooperación por parte del niño.

Incluimos un diagrama de flujo que le puede ayudar a la hora de tomar una decisión en relación con las mordidas cruzadas posteriores (fig. 11-21).



FIGURA 11-22 Aunque había espacio suficiente, este incisivo central superior derecho permanente erupcionó en mordida cruzada. Esto se debió muy probablemente a la posición lingual del germen dental.

Mordida cruzada anterior

Etiología

Es infrecuente observar una mordida cruzada anterior (y, en especial, una mordida cruzada de todos los incisivos) en niños que no tienen una relación intermaxilar esquelética de clase III estética. No obstante, se puede desarrollar una relación de mordida cruzada de uno o dos dientes anteriores en un niño que tenga unas proporciones faciales correctas. Si combinamos todos los grupos raciales/étnicos de la población norteamericana, aproximadamente el 3% de los niños tiene una mordida cruzada anterior en la fase de dentición mixta (v. fig. 1-7).

Al planificar el tratamiento para una mordida cruzada anterior es muy importante diferenciar entre los problemas esqueléticos de crecimiento maxilar insuficiente o crecimiento mandibular excesivo y las mordidas cruzadas que se deben únicamente a un desplazamiento de los dientes.⁶ Si el problema es exclusivamente esquelético no basta simplemente con cambiar la posición de los incisivos, especialmente en los casos más graves (v. capítulo 13).

Cuando la mordida cruzada anterior afecta solo a uno o dos dientes, casi siempre se debe a un desplazamiento lingual de los incisivos laterales o centrales superiores. Estos dientes tienden a erupcionar en sentido lingual debido a la posición lingual de los brotes dentales en desarrollo, y pueden quedar atrapados en esa posición, sobre todo si no hay suficiente espacio (fig. 11-22). En ocasiones, se ven afectados los incisivos centrales debido a que se han desviado hacia una vía de erupción lingual por unos dientes anteriores supernumerarios o por una sobrerretención de los incisivos primarios. En contadas ocasiones, los dientes primarios de la arcada superior sufren un traumatismo que reorienta uno o varios brotes dentales permanentes en sentido lingual.

La etiología más frecuente de las mordidas cruzadas anteriores no esqueléticas es la falta de espacio para los incisivos permanentes, y es muy importante enfocar el plan de tratamiento a la gestión del espacio total disponible, y no solo a la mordida cruzada. Si se descubre una mordida cruzada en ciernes antes de que se haya completado la erupción y cuando todavía no se ha establecido la sobremordida, se pueden extraer los dientes primarios adyacentes para proporcionar el espacio necesario (fig. 11-23).

Tratamiento de la mordida cruzada anterior no esquelética

Los incisivos en posición lingual limitan los movimientos laterales del maxilar inferior, y en ocasiones estos dientes o sus equivalentes mandibulares sufren una abrasión incisal muy marcada.



FIGURA 11-23 Para tratar una mordida cruzada anterior en desarrollo como consecuencia de la desviación lingual de los incisivos permanentes al erupcionar se pueden extraer los dientes primarios adyacentes si no se dispone de espacio para la erupción de los permanentes. **A.** El incisivo lateral superior derecho permanente está empezando a erupcionar lingual a los demás dientes anteriores. **B.** La extracción de ambos caninos superiores primarios ha permitido que se corrija espontáneamente la mordida cruzada, aunque no se ha resuelto totalmente la irregularidad.

Por otra parte, cuando la higiene oral es defectuosa y se produce inflamación gingival, es muy probable que los dientes anteriores que están en mordida cruzada (especialmente los incisivos inferiores) experimenten recesión gingival. Por estos motivos, está indicada la corrección precoz de este tipo de mordida cruzada anterior.

Solo en contadas ocasiones está indicada la corrección de una mordida cruzada anterior durante la dentición primaria mediante el movimiento de los dientes primarios, ya que es infrecuente que se produzca un apiñamiento muy marcado y los dientes suelen caerse antes de que se puedan mover con el tratamiento. Las mordidas cruzadas anteriores dentales aparecen generalmente al erupcionar los incisivos permanentes. En aquellos casos diagnosticados después de que se haya establecido la sobremordida es necesario utilizar aparatos correctores. El primer problema radica en la existencia de espacio suficiente para el movimiento dental; normalmente hay que reducir la anchura de algunos dientes, extraer los dientes primarios contiguos o abrir espacio por medios ortodóncicos. Durante la evaluación diagnóstica hay que determinar si la inclinación nos permitirá una corrección apropiada. La respuesta suele ser afirmativa, ya que el problema ha surgido por una alteración de las rutas de erupción. Si los dientes se inclinan cuando se requiere un movimiento en bloque, los resultados tendrán una estabilidad cuestionable.

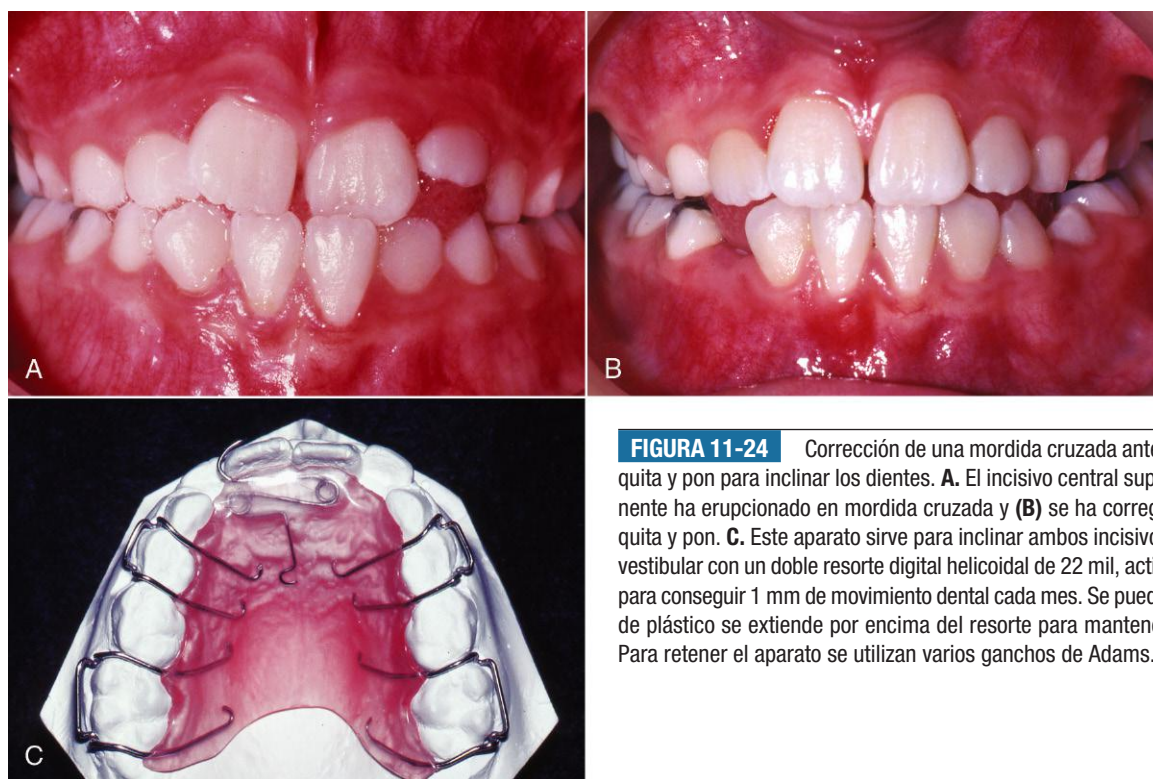


FIGURA 11-24 Corrección de una mordida cruzada anterior con un aparato de quita y pon para inclinar los dientes. **A.** El incisivo central superior izquierdo permanentemente ha erupcionado en mordida cruzada y **(B)** se ha corregido con un aparato de quita y pon. **C.** Este aparato sirve para inclinar ambos incisivos centrales en sentido vestibular con un doble resorte digital helicoidal de 22 mil, activado 1,5-2 mm al mes para conseguir 1 mm de movimiento dental cada mes. Se puede ver que la placa base de plástico se extiende por encima del resorte para mantener su posición vertical. Para retener el aparato se utilizan varios ganchos de Adams.

En los niños pequeños se puede usar un aparato de quita y pon para inclinar los dientes anteriores de ambas arcadas y corregir la mordida cruzada, utilizando resortes digitales para el movimiento vestibular de los incisivos superiores (fig. 11-24) o, con menor frecuencia, un arco labial activo para el movimiento lingual de los incisivos inferiores. Con un resorte en voladizo de doble espiral de 22 mil se pueden desplazar dos dientes anteriores superiores en sentido vestibular. El aparato debe disponer de múltiples ganchos de retención, pero normalmente está contraindicado el uso de un arco labial, ya que puede interferir en el movimiento vestibular de los incisivos y apenas aporta retención.

Normalmente, en los niños no es necesario usar una placa de mordida anterior o posterior, o cemento en las superficies oclusales de los dientes posteriores para reducir la sobremordida mientras se corrige la mordida cruzada. A menos que la sobremordida sea excepcionalmente profunda, solo se necesitará una placa de mordida en un niño con hábitos de apretamiento o rechinamiento de los dientes. Una solución razonable consiste en colocar el aparato de quita y pon sin una placa de mordida, e intentar mover los dientes. Si después de 2 meses los dientes de la arcada opuesta se mueven en la misma dirección que los dientes sobre los que se está aplicando la fuerza, se puede abrir la mordida añadiendo cemento de embandado ortodóncico a las superficies oclusales de los molares posteriores de la arcada inferior. Una vez corregida la mordida cruzada, se puede eliminar el cemento con relativa facilidad y no es necesario alterar el aparato. El uso de una placa de mordida o la apertura de la mordida conllevan el riesgo de que los dientes que no estén en contacto con el aparato o con la arcada opuesta erupcionen demasiado.

Para resultar eficaz y eficiente, un aparato de quita y pon de este tipo debe utilizarse prácticamente de manera continuada.

Si se activan 1,5-2 mm los resortes digitales linguales, producen aproximadamente 1 mm de movimiento dental al mes. Es necesario sobre corregir ligeramente los dientes implicados y retenerlos hasta conseguir una sobremordida que permita mantener las posiciones dentales corregidas. Normalmente bastan 1 o 2 meses de retención con un aparato pasivo. Los problemas más frecuentes con estos aparatos de quita y pon tan sencillos son la falta de cooperación del paciente, el diseño defectuoso (con falta de retención) y la activación incorrecta.

Uno de los aparatos fijos más sencillos para corregir los incisivos superiores con una mordida cruzada anterior moderada consiste en un arco lingual superior con resortes digitales (que a veces reciben el nombre de resortes látigo). Este aparato (fig. 11-25) está indicado en aquellos niños en los que se prevén problemas para cumplir el tratamiento. Los resortes suelen ir soldados en el lado opuesto del arco desde el diente que se desea corregir, con el objeto de incrementar su longitud. Resultan más eficaces cuando miden unos 15 mm de longitud. Activando correctamente estos resortes una vez al mes (adelantándolos unos 3 mm), producen un movimiento dental a un ritmo óptimo de 1 mm mensual. Los principales problemas son la deformación y la rotura por la falta de cooperación del paciente, y la mala higiene oral, que puede causar descalcificación y caries.

También se puede utilizar un aparato fijo de 2 × 4 (dos bandas molares, cuatro brackets cementados en los incisivos) para inclinar anteriormente los incisivos superiores. En los pocos casos en los que la mordida cruzada anterior no tiene un componente esquelético, esta es la mejor opción para un paciente en la fase de dentición mixta con apiñamientos, rotaciones, necesidad de movimiento en bloque, y más dientes permanentes en la mordida cruzada (fig. 11-26). Cuando se cementan los dientes anteriores

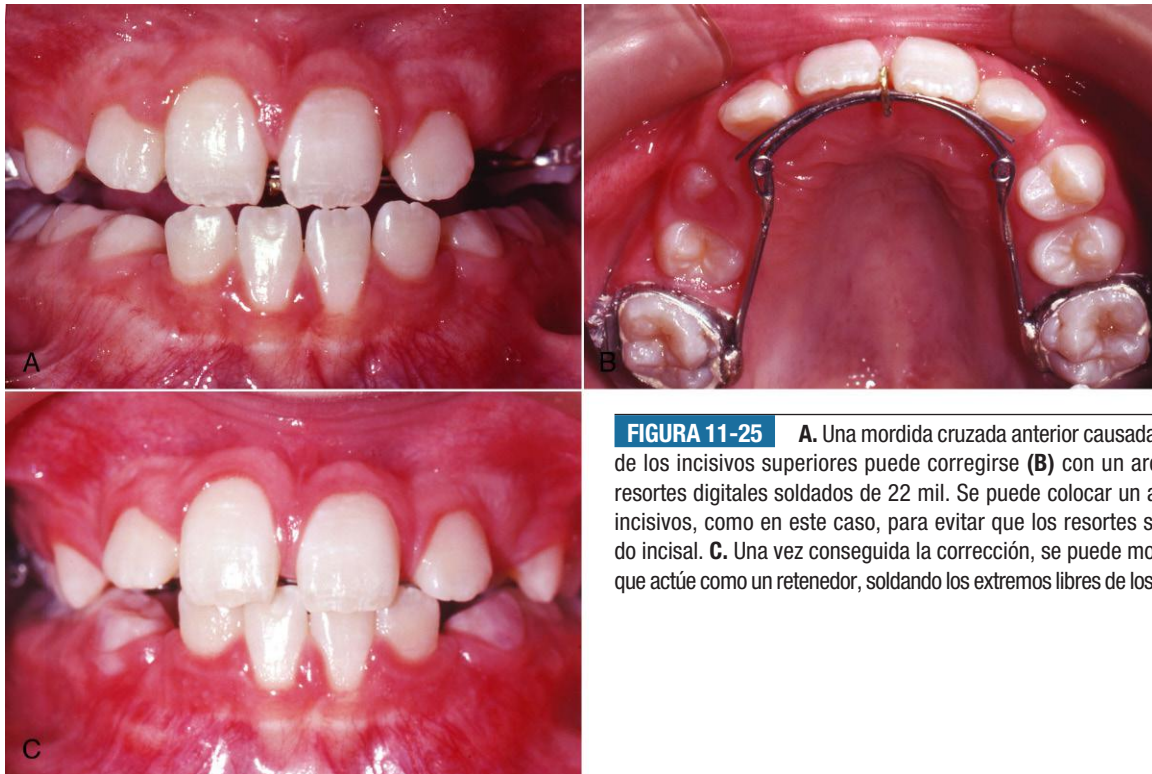


FIGURA 11-25 A. Una mordida cruzada anterior causada por la posición lingual de los incisivos superiores puede corregirse (B) con un arco lingual de 36 mil y resortes digitales soldados de 22 mil. Se puede colocar un alambre guía entre los incisivos, como en este caso, para evitar que los resortes se desplacen en sentido incisal. C. Una vez conseguida la corrección, se puede modificar el aparato para que actúe como un retenedor, soldando los extremos libres de los resortes al arco lingual.

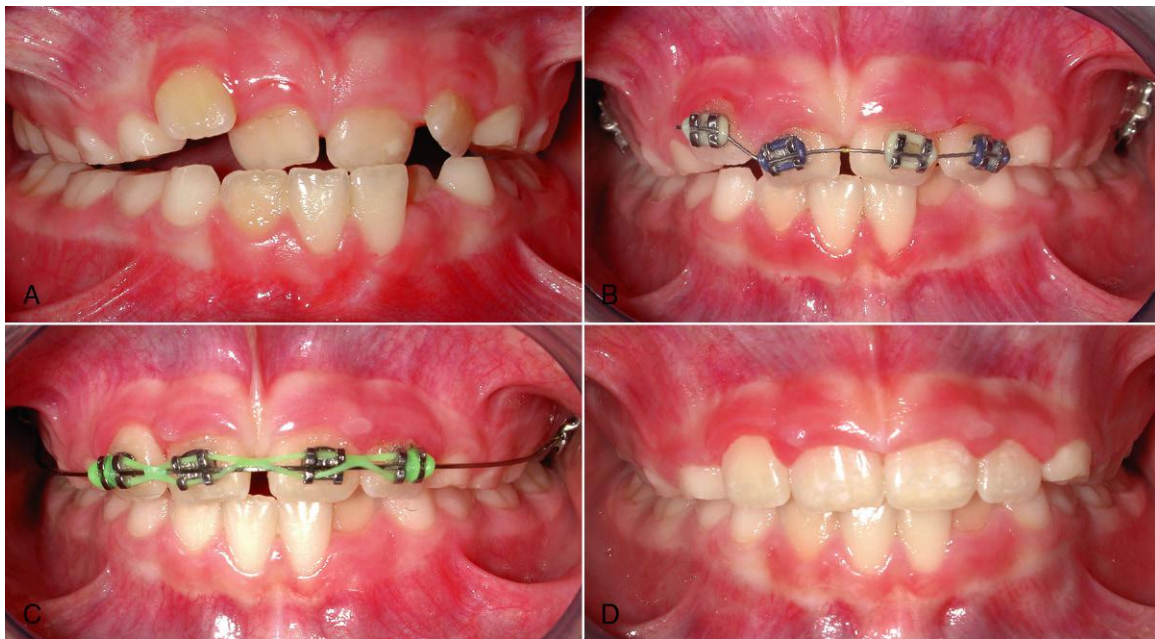


FIGURA 11-26 A. Este paciente tiene una mordida cruzada anterior y una irregularidad de los dientes anteriores de la arcada superior. B. Se ha utilizado un arco de alambre segmentado de NiTi de 14 mil colocado entre los incisivos laterales de la arcada superior para aprovechar la enorme flexibilidad del arco de alambre y conseguir la alineación. C. Posteriormente, se ha extendido hasta los molares un arco de alambre de acero inoxidable más grueso para mejorar el control y la estabilidad y poder cerrar el diastema con una cadena elastomérica. D. Alineación final.

y se mueven antes de que erupcionen los caninos permanentes, es mejor colocar los brackets de los incisivos laterales con alguna inclinación mesial de sus raíces para que no se desplacen hacia la ruta de erupción de los caninos, lo que podría favorecer la reabsorción de las raíces de los incisivos laterales. Si estos dientes necesitan torsión o movimiento en bloque, es necesario terminar

el tratamiento con un alambre rectangular, incluso en la fase de dentición mixta precoz. En caso contrario, los dientes se inclinarán nuevamente hacia la mordida cruzada.

En la figura 11-27 se incluye un diagrama de flujo que puede servir de ayuda a la hora de tomar una decisión en relación con las mordidas cruzadas anteriores.

Mordida cruzada anterior: formas de tratamiento

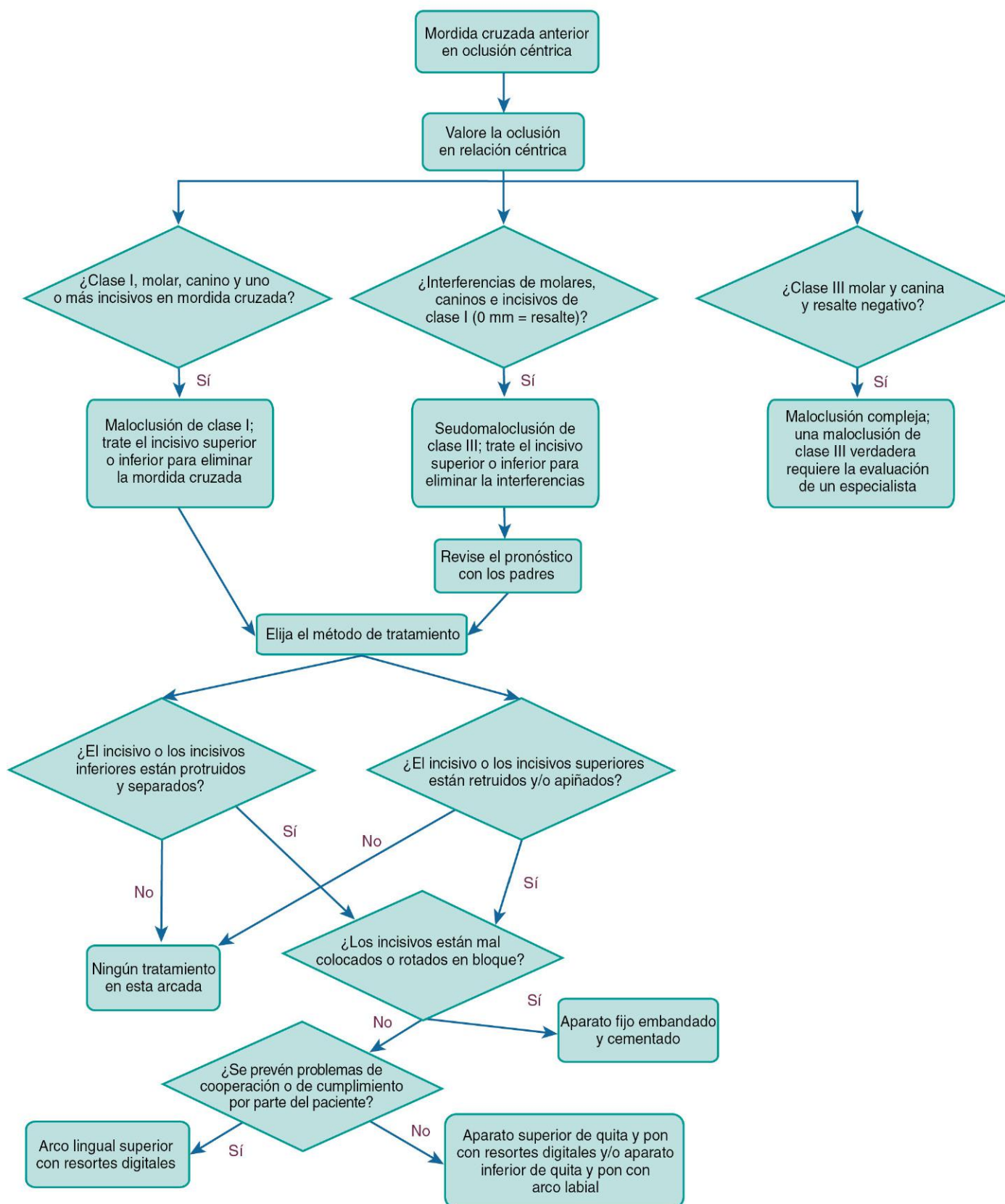


FIGURA 11-27 Se puede utilizar este diagrama de flujo para tomar una decisión entre las posibles opciones para tratar las mordidas cruzadas anteriores en las denticiones primaria y mixta. Las respuestas a las preguntas que se plantean en el diagrama deben conducir a un tratamiento satisfactorio.

Mordida abierta anterior

Hábitos orales y mordidas abiertas

Una mordida abierta en un niño preadolescente con unas proporciones faciales verticales normales puede deberse a varias causas: la transición normal durante la sustitución de los dientes primarios por los permanentes, un hábito (como chuparse el dedo) o un desplazamiento de los dientes por los tejidos blandos en reposo, o un problema esquelético (crecimiento vertical excesivo y rotación de los maxilares, que daría lugar a una altura desproporcionada de la parte inferior de la cara). En total, estos problemas afectan a menos del 4% de la población en la fase de dentición mixta (v. fig. 1-8). Muchos de los problemas causados por la transición y por hábitos se resuelven por sí solos con el paso del tiempo o al eliminar el hábito de succión. Aquellas mordidas abiertas que persisten hasta la adolescencia, con la excepción de aquellas debidas a algún hábito, o aquellas que afectan a los incisivos y otros dientes tienen casi siempre un componente esquelético importante, lo que obliga a evaluar minuciosamente los posibles factores contribuyentes.⁷ Reciben el nombre de *mordidas abiertas complejas* y requieren métodos de tratamiento avanzados (v. capítulo 13).

Efectos de los hábitos de succión. Durante los años de la dentición primaria y la dentición mixta precoz, muchos niños (especialmente las niñas) adquieren el hábito de chuparse el dedo o de usar un chupete. Aunque un hábito intenso y prolongado puede llegar a deformar el alvéolo y la dentición durante el período de dentición primaria, la mayor parte de su efecto se observa fundamentalmente en los dientes anteriores permanentes. El efecto de este hábito sobre los tejidos duros y blandos dependerá de su frecuencia (horas diarias) y su duración (meses/años) (v. capítulo 5). Cuando la succión es frecuente y prolongada, los incisivos superiores se inclinan en sentido vestibular, los inferiores se inclinan en sentido lingual y algunos incisivos no pueden erupcionar bien. Como cabría esperar, aumenta el resalte y disminuye la sobremordida. En muchos niños disminuye la anchura entre los caninos y los molares superiores, lo que da lugar a una mordida cruzada posterior.

Si comparamos los efectos de chuparse el dedo y de usar un chupete, algunas pruebas parecen indicar que la mordida cruzada posterior es más frecuente con el chupete, especialmente cuando se utiliza durante más de 18 meses. No se ha podido demostrar que los chupetes diseñados para conseguir un patrón de succión más fisiológico sean mejores que otros tipos de chupete o que la succión del pulgar.⁸ También se ha podido observar que una lactancia más prolongada se asocia a menos hábitos de succión no nutricionales.⁹ La mayoría de los niños tienen algún hábito de succión no nutricional a los 24 meses de edad, pero solo el 40% lo mantiene a los 36 meses.¹⁰ Estos hábitos van desapareciendo con la edad, y el uso de chupete es menos frecuente que la succión del pulgar en los niños mayores. La presión social en el colegio tiene un gran efecto disuasorio.

Siempre que el hábito desaparezca antes de que erupcionen los incisivos permanentes, la mayoría de los cambios desaparecen espontáneamente, con la excepción de la mordida cruzada posterior (fig. 11-28).¹¹ Para entonces, la mayoría de los niños ha abandonado su hábito de succión. Hay otro grupo que mantiene ese hábito pero quiere dejarlo, y otro grupo aún más pequeño que no quiere dejarlo y parece ser inmune a las presiones sociales. Cuando un niño no quiere abandonar el hábito de succión, no

está indicado ningún tratamiento para el mismo (y especialmente el tratamiento con aparatos).

Intervención no odontológica. Cuando se acerca el momento de que erupcionen los incisivos permanentes, la forma más sencilla de combatir estos hábitos consiste en una charla sincera entre el niño y el odontólogo para verbalizar los problemas, y durante la que el odontólogo podrá explicar los problemas que puede causar la succión prolongada del pulgar. Este enfoque «adulto» (sin la intervención de los padres) puede bastar para desterrar el hábito durante esta primera fase de la transición de la dentición permanente, pero resulta más eficaz en niños mayores.

Otra posibilidad de intervención es la terapia de recordatorio. Se utiliza en niños que quieren abandonar el hábito pero necesitan ayuda. Puede servirnos de ayuda cualquiera de los muchos recordatorios que se utilizan al explicar la situación al niño. Uno de los métodos más sencillos consiste en fijar un vendaje adhesivo con cinta impermeable en el dedo que se chupa el niño (fig. 11-29). También puede resultar muy útil como recordatorio la parte anterior del aparato Quad hélix, colocado en la posición adecuada del paladar (v. fig. 11-15).

Si los recordatorios no dan resultado, se puede probar un sistema de recompensas, consistente en un pequeño premio tangible a diario por no recurrir al hábito. En algunos casos, hay que negociar una recompensa importante por el abandono completo del hábito.

Si todo esto fracasa y el niño desea realmente abandonar el hábito, se puede colocar un vendaje elástico no muy apretado alrededor del codo para impedir que el niño flexione el brazo y se lleve los dedos a la boca. Si se utiliza este vendaje, debería bastar con que el niño lo use solo por la noche durante un período de 6-8 semanas. El niño tiene que comprender bien que no se trata de ningún castigo.

Tratamiento con aparatos. Si no se consigue eliminar el hábito con los métodos precedentes, está contraindicado el uso de un aparato recordatorio de quita y pon debido a que el problema se debe en parte a la falta de cumplimiento del tratamiento. A un niño que quiere abandonar el hábito se le puede colocar un aparato recordatorio cementado que le impida chuparse el dedo (fig. 11-30). Los niños que no cumplen el tratamiento y no desean de verdad abandonar el hábito pueden deformar y quitarse estos aparatos, y por esta razón sigue siendo importante su cooperación. Si el niño comprende que es una «ayuda» más que un castigo, el tratamiento da resultado y no causará problemas psicológicos.¹² El método preferido es un arco lingual superior con una rejilla anterior, que haga casi imposible que el niño se meta el pulgar u otro objeto en la boca.

Aproximadamente la mitad de los niños a los que se les coloca una rejilla de este tipo dejan de chuparse el pulgar inmediatamente, y la mordida abierta anterior se empieza a cerrar con relativa rapidez a partir de ese momento. El resto de los niños sigue chupándose el pulgar durante algunas semanas, pero la rejilla consigue que finalmente el 85-90% de los pacientes abandonen este hábito.¹³ Conviene dejar la rejilla colocada durante 6 meses más después de que el hábito haya desaparecido aparentemente. Generalmente, estos recordatorios cementados (igual que los expansores de arco lingual) dejan una marca en la lengua (v. fig. 11-16) que desaparece poco tiempo después de retirar el aparato. Además, los aparatos atrapan la comida y pueden causar halitosis, razón por la que es muy importante seguir una higiene oral muy escrupulosa.



FIGURA 11-28 A-D. Fotografías obtenidas a intervalos de 1 año correspondientes a un niño que había dejado de chuparse el pulgar en el momento de realizarse la primera foto. En los pacientes con unas proporciones faciales normales que abandonan este hábito suele observarse el cierre gradual de la mordida abierta, sin necesidad de más intervenciones. E. Si persiste el hábito de succión, se puede usar una rejilla de este tipo para ayudar al paciente a abandonarlo. Una rejilla resulta especialmente eficaz en un niño que quiera dejar de chuparse el pulgar o el dedo y acepte el aparato como recordatorio de que tiene que dejar de hacerlo.



FIGURA 11-29 Se puede colocar una tirita en el extremo del dedo para recordarle al niño que no se lo chupe y reducir el placer que le pueda causar. Conviene fijar la tirita por su base con cinta impermeable, para que no se caiga si el niño sigue intentando chuparse el pulgar. (Por cortesía del Dr. B. Joo.)

En los niños que tienen unas relaciones intermaxilares normales, las mordidas abiertas por succión del pulgar suelen desaparecer cuando cesa este hábito y erupcionan los demás dientes permanentes (v. fig. 11-28). En ese caso, se necesitará un aparato para expandir lateralmente la arcada superior constreñida, y puede que haya que retraer los incisivos vestibulizados y separados, pero la mordida abierta no requiere ningún otro tratamiento en los niños con unas proporciones esqueléticas favorables.

Adjuntamos un diagrama de flujo que puede servir de ayuda a la hora de decidir el mejor tratamiento para los problemas de mordida abierta secundarios a hábitos orales (fig. 11-31).

Mordida profunda. Antes de empezar a tratar un problema de sobremordida, es necesario determinar su etiología.



FIGURA 11-30 Se puede usar una rejilla anti-hábitos cementada de 38-40 mil a modo de recordatorio para interrumpir el hábito de chuparse el dedo. Este aparato puede cementarse a los molares primarios o permanentes y debe prolongarse anteriormente para interferir la colocación del dedo durante la succión. El grado de sobremordida nos ayudará también a determinar la posición del aparato.

Aproximadamente el 20% de los pacientes en la fase de dentición mixta tienen una mordida profunda importante (v. fig. 1-8). El problema puede deberse a una menor altura de la mitad inferior de la cara, a la falta de erupción de los dientes posteriores o a la sobreerupción de los dientes anteriores. Los posibles tratamientos son bastante diferentes y mutuamente excluyentes.

Una reducción verdadera de la altura de la mitad inferior de la cara constituye un problema esquelético y requiere un tratamiento más complejo (v. capítulo 13). La infraerupción de los dientes posteriores o la sobreerupción de los anteriores suelen ser también problemas complejos que hay que afrontar durante el tratamiento global. Raras veces reciben tratamiento durante los años de dentición mixta.

Hábitos orales: formas de tratamiento

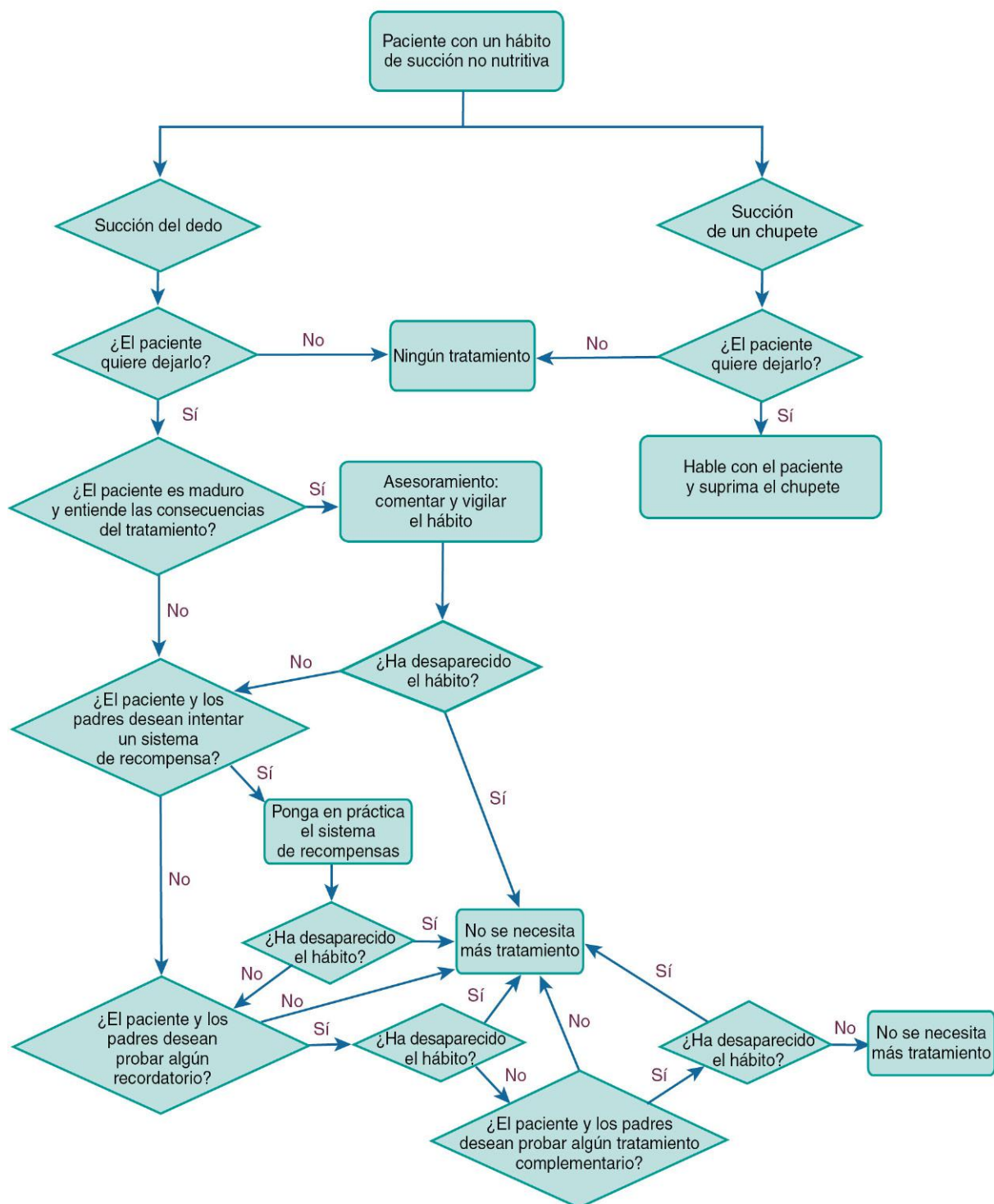


FIGURA 11-31 Se puede utilizar este diagrama de flujo para tomar una decisión entre las posibles opciones para tratar los hábitos de succión no nutritiva en las denticiones primaria y mixta. Las respuestas a las preguntas que se plantean en el diagrama deben conducir a un tratamiento satisfactorio.

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE ERUPCIÓN

Sobrerretención de los dientes primarios

Un diente permanente debe reemplazar a su predecesor primario cuando se hayan formado aproximadamente tres cuartas partes de la raíz del diente permanente, con independencia de que la reabsorción de las raíces primarias haya alcanzado o no el momento para la exfoliación espontánea. Con tiempo suficiente, el diente primario se exfoliará, pero es necesario extraer todo diente primario que permanezca más allá de este momento debido a que suele producir inflamación e hiperplasia gingivales, acompañada del dolor y sangrado, y favorece la erupción desviada de los dientes permanentes, lo que puede dar lugar a irregularidades, apiñamiento y mordida cruzada. Si se puede ver parte de la corona del diente permanente y la corona del diente primario se mueve 1 mm en sentido vestibular y lingual, probablemente convenga animar al niño a que «mueva» el diente hasta desprenderlo. Si no lo consigue en algunos días, está indicada la extracción. La mayoría de los molares primarios superiores sobrerretenidos tienen intactas las raíces bucales o la gran raíz lingual; la mayoría de los molares primarios inferiores sobrerretenidos siguen teniendo intactas las raíces mesial o distal, lo que dificulta su exfoliación.

Una vez que se desprende el diente primario, y si hay espacio suficiente, la posición vestibular o lingual moderadamente anormal suele corregirse gracias al equilibrio entre las fuerzas de los labios, las mejillas y la lengua. Generalmente, los incisivos erupcionan en dirección lingual y después se desplazan en sentido vestibular cuando se desprenden o se extraen los incisivos primarios sobrerretenidos (fig. 11-32). Sin embargo, si no se ha conseguido una corrección espontánea una vez que se haya producido la sobremordida, es muy probable que los dientes se alineen mejor en los cuadrantes anterior o posterior, y habrá que recurrir al movimiento activo de los dientes para corregir la mordida cruzada.

Erupción ectópica

Incisivos laterales

La erupción se considera ectópica cuando un diente permanente provoca la reabsorción de un primario que no es aquel al que supuestamente reemplaza, o la reabsorción de un diente permanente o primario adyacente. Cuando erupcionan los incisivos laterales permanentes suele reabsorberse el canino primario. La pérdida de uno o ambos caninos primarios por una erupción ectópica suele indicar que no hay espacio suficiente para todos los incisivos permanentes, aunque en ocasiones puede deberse exclusivamente a que el incisivo lateral erupciona por una ruta aberrante. Es necesario analizar el espacio disponible (incluyendo una valoración de la posición anteroposterior de los incisivos y del perfil facial) para determinar si conviene mantener el espacio, gestionar el espacio disponible, recuperar espacio u optar por un tratamiento más complejo. En algunos pacientes, este tipo de erupción ectópica es solo un síntoma del apiñamiento temporal de los incisivos que se observa normalmente en la dentición mixta precoz (v. capítulo 4) y no constituye un indicio de apiñamiento a largo plazo. Estos problemas pueden complicarse considerablemente cuando la línea media se desvía a un lado y produce

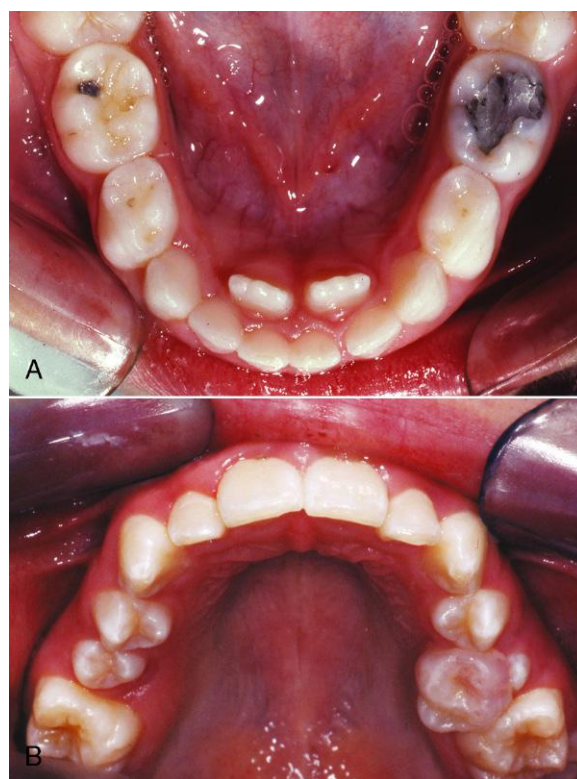


FIGURA 11-32 A menudo, los dientes permanentes erupcionan en posiciones anormales como consecuencia de la retención de los primarios. **A.** Estos incisivos centrales inferiores han erupcionado lingualmente debido a que no se han caído los incisivos permanentes y sus gérmenes dentales ocupan una posición lingual a la de los incisivos primarios. Esta es una anomalía frecuente en esta zona, y es la principal razón por la que no deben colocarse arcos linguales hasta después de que hayan erupcionado los incisivos inferiores. **B.** Este premolar superior se ha desviado en sentido vestibular debido a la retención del molar primario. En las dos circunstancias que mostramos aquí, la extracción del diente o los dientes primarios retenidos permiten una cierta alineación espontánea.

problemas de espacio localizados y una asimetría de la arcada dental. Por este motivo, es mejor tratar todos los problemas asociados a la erupción ectópica de los incisivos laterales (salvo los más sencillos) en un consultorio especializado; en el capítulo 12 se describe el tratamiento de estos problemas.

Cuando se pierde un canino primario, es necesario tomar medidas para evitar que la línea media se desvíe a un lado. Dependiendo de la evaluación del espacio total, el odontólogo puede elegir entre varias opciones. Si hay suficiente espacio y la línea media no se ha desviado, se puede inmovilizar el incisivo lateral del lado en el que se ha perdido el canino, utilizando para ello un arco lingual con un espolón (fig. 11-33). Si se han perdido los dos caninos primarios inferiores, los incisivos permanentes pueden inclinarse en sentido lingual, lo que reduce el perímetro de la arcada e incrementa el apiñamiento aparente. En este caso está indicado un arco lingual pasivo para prevenir la inclinación lingual y mantener un espacio adecuado. El problema se complica rápidamente cuando la línea media se ha desviado, aunque exista espacio suficiente, o si se ha desviado y se ha perdido espacio. Es necesario resolver estos problemas antes de que erupcionen los caninos, tal como se explica en el capítulo 12.



FIGURA 11-33 Se puede utilizar un espolón en un arco lingual durante la dentición mixta para mantener la línea media correcta cuando se pierde un canino primario, o para conservar la corrección de la línea media.

Primeros molares superiores

La erupción ectópica de un primer molar permanente plantea un problema muy interesante que suele diagnosticarse en una radiografía de aleta de mordida rutinaria; no suele diagnosticarse durante la exploración clínica debido a que no produce dolor. Cuando solo se observa una reabsorción limitada ($<1-1,5$ mm) (fig. 11-34), conviene mantenerse a la expectativa, ya que el problema puede corregirse por sí solo, como sucede en dos tercios de los casos, aproximadamente. Está indicado el tratamiento cuando el bloqueo de la erupción persiste durante 6 meses o si continúa la reabsorción. Si no se interviene en el momento oportuno, se puede perder el molar primario y parte del espacio cuando el molar permanente erupcione en sentido mesial y rote en sentido mesiolingual.

Cuando hay que intervenir se puede elegir entre varias opciones.¹⁴ El tratamiento básico consiste en alejar el diente que ha erupcionado ectópicamente del molar primario al que está reabsorbiendo. Si se requiere muy poco movimiento pero apenas se visualiza clínicamente el primer molar permanente, conviene colocar un alambre de latón de 20 o 22 mil con un bucle alrededor del contacto entre el segundo molar primario y el molar permanente (fig. 11-35). Puede que haya que anestesiar los tejidos blandos para colocar el alambre de latón y, dependiendo de la posición del diente y de la profundidad del contacto entre los molares permanente y primario, puede haber problemas para dirigir bien el alambre de latón por debajo de la encía. Es necesario apretar el alambre de latón en cada revisión (aproximadamente cada 2 semanas), de manera que no se mueva en relación con los dientes. El alambre no estará correctamente ajustado si el paciente no siente alguna molestia al apretarlo. El tratamiento es lento, pero fiable.

Un separador de resortes de acero (disponible comercialmente) puede dar resultado cuando solo existe una reabsorción muy limitada de las raíces del molar permanente. Estos ganchos son difíciles de colocar cuando el punto de contacto entre los molares permanente y primario está muy por debajo de la unión cemento-esmalte del molar primario, aunque hay algunos que tienen más distancia vertical para estos casos específicos (fig. 11-36). Puede activarse cada 15 días.

También pueden usarse separadores elastoméricos encajados en la zona mesial al primer molar para empujarlo en sentido distal de manera que pueda erupcionar, aunque no se recomienda su uso. Los actuales separadores elastoméricos son grandes. La retención es adecuada para los dientes en posición normal, pero se necesita bastante fuerza para colocarlos por debajo del contacto de un molar impactado. Pueden desplazarse en dirección apical y causar irritación periodontal. En ese caso, es difícil localizar y recuperar los separadores, especialmente si el material no es radiopaco.

La situación se complica aún más si la reabsorción es muy marcada y se necesita más movimiento distal del que puede conseguirse con estos aparatos sencillos. Si se puede acceder a la superficie oclusal del molar, se puede fabricar un aparato fijo sencillo para distalizar el molar. Este aparato consta de una banda para el molar primario (que se puede inmovilizar aún más con un arco transpalatino) con un resorte soldado que va cementado al molar permanente (fig. 11-37). En lugar de usar un aparato soldado que es necesario fabricar en el laboratorio, se puede elaborar un aparato alternativo parecido dentro de la boca, ya sea una banda con un resorte en bucle (fig. 11-38, A) o dos brackets cementados (un bracket de primer molar para el molar primario y un bracket de segundo molar para el primer molar) con un resorte en bucle (v. fig. 11-38, B). En ambos casos se puede reactivar el bucle si no se ha conseguido suficiente movimiento en 2 semanas.

Si el molar permanente ha inducido una reabsorción muy marcada del molar primario, puede que no quede más opción que extraer el diente primario, lo que permitirá al molar permanente seguir desplazándose mesialmente y reducir la longitud de la arcada. Si no falta el segundo premolar y se desea reducir la longitud de la arcada, o si no conviene un desplazamiento mesial considerable del molar y se prevé extraer el premolar más adelante, se debe colocar tras la extracción una zapata distal que guíe la erupción del molar (v. más adelante). Incluso cuando se utiliza esta técnica, ya se ha perdido algo de espacio y habrá que colocar el molar permanente en una posición más distal después de que haya erupcionado totalmente, utilizando para ello otro tipo de aparato para recuperar espacio, tal como se describe más adelante en este mismo capítulo y en el capítulo 12.

Adjuntamos un diagrama de flujo en el que se resume la elección del tratamiento para la erupción ectópica de los primeros molares permanentes (fig. 11-39).

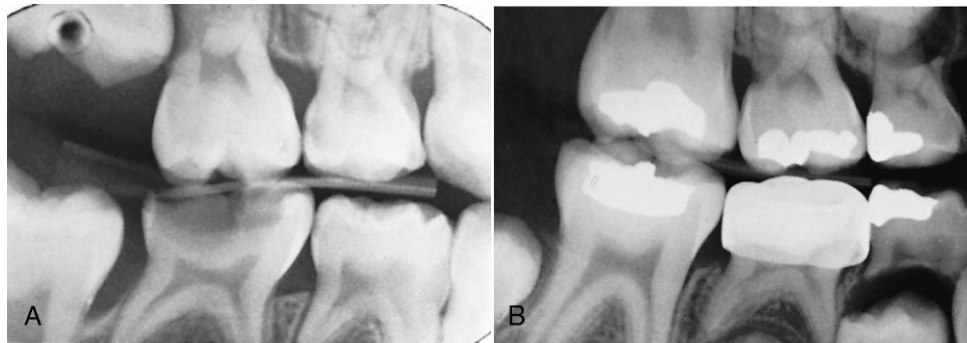


FIGURA 11-34 La erupción ectópica de un primer molar permanente suele diagnosticarse en una radiografía de aleta de mordida rutinaria. Si la reabsorción es muy limitada no se necesita ningún tratamiento inmediato. **A.** La raíz distal del segundo molar superior primario muestra signos leves de reabsorción por erupción ectópica. **B.** En esta radiografía, obtenida unos 18 meses después, se puede ver que el molar permanente pudo erupcionar sin necesidad de tratamiento.

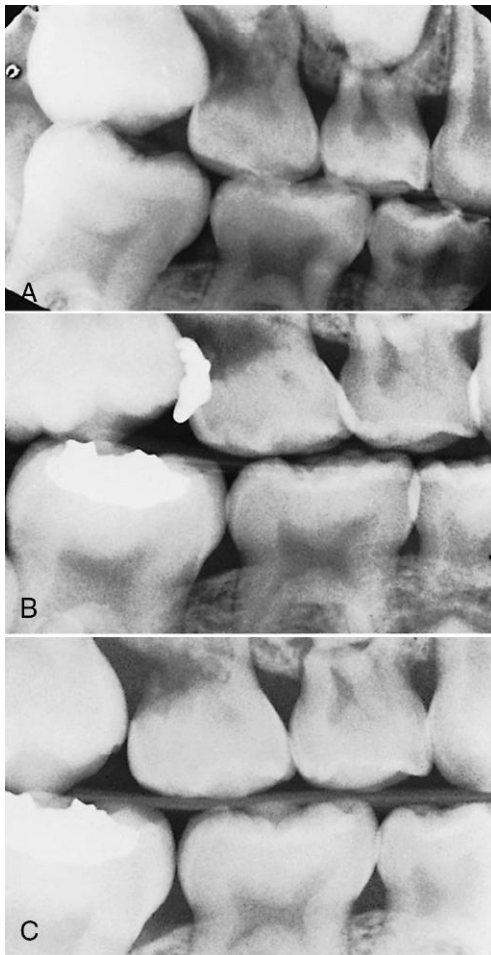


FIGURA 11-35 Una reabsorción moderada por la erupción ectópica del primer molar superior permanente obliga a intervenir de forma activa. **A.** Esta raíz distal del segundo molar superior primario muestra bastantes signos de reabsorción, por lo que es muy poco probable que la anomalía se corrija por sí sola. **B.** Se ha introducido un alambre de latón muy blando de 20 o 22 mil por debajo del contacto (empezando desde el lado vestibular o lingual y siguiendo del modo más ventajoso) y después se ha enrollado alrededor del contacto entre los dientes y apretado a intervalos de 2 semanas, aproximadamente. **C.** El diente permanente está desplazado distalmente y erupciona por detrás del diente primario retenido.

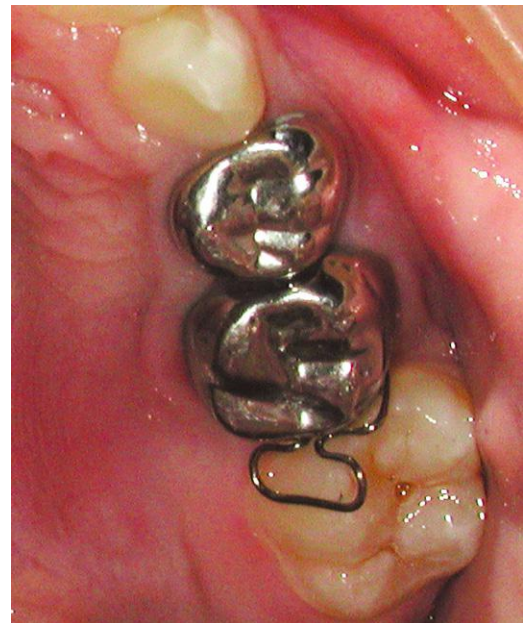


FIGURA 11-36 Un resorte de Arkansas (un resorte de tipo tijera que pasa por debajo del punto de contacto) puede servir para inclinar distalmente un primer molar permanente para que pueda erupcionar. Hay que plisar el arco posterior para juntar las patillas subgingivales con el fin de que ejerzan presión y separen los dientes.

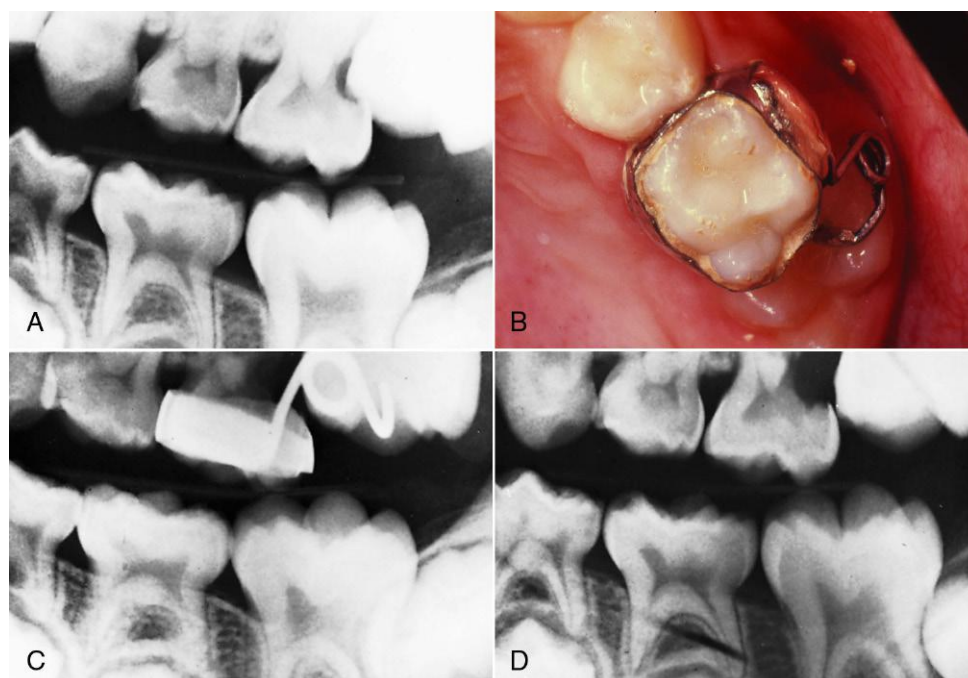
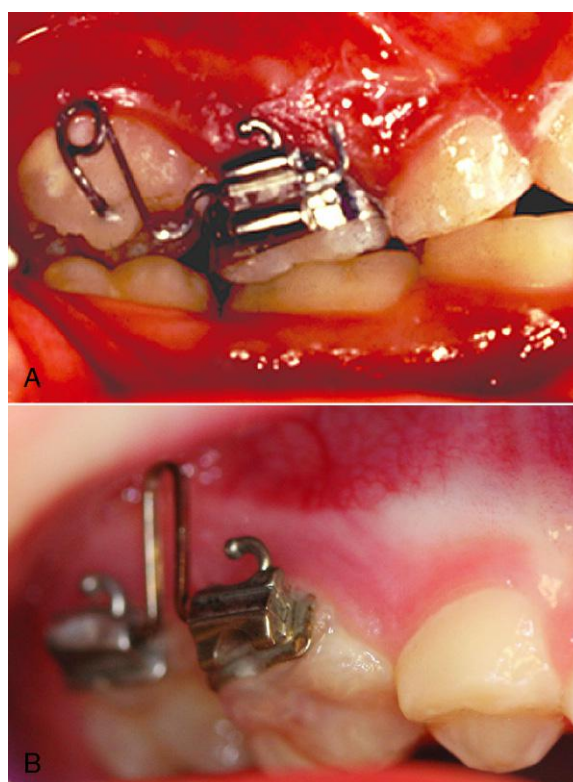


FIGURA 11-37 En caso de erupción ectópica con reabsorción muy marcada puede necesitarse un aparato. **A.** Este segundo molar superior primario muestra signos de reabsorción marcada. **B.** Si se puede acceder a la superficie oclusal del molar permanente, se puede embandar el molar primario y soldar a la banda un resorte de 20 mil. **C.** El molar permanente se ha inclinado distalmente, alejándose del defecto de reabsorción y **(D)**, una vez desencajado, puede erupcionar libremente.

FIGURA 11-38 Un aparato fijo para recolocar un primer molar superior que haya erupcionado en una posición ectópica puede fabricarse dentro de la boca, ahorrando tiempo y gastos de laboratorio. **A.** Para fabricar un aparato de banda y resorte, se cementa al segundo molar primario una banda con un anclaje que tenga un tubo bucal. A continuación, se dobla un bucle grande en forma de omega y un bucle helicoidal distales al molar primario. Se activa el resorte, se inserta el alambre en el tubo del molar primario (desde el lado distal) y se asegura con un doblez anterior al tubo del molar. Al cementar la banda a la superficie oclusal del primer molar permanente, se comprime el bucle helicoidal. El aparato se reactiva dentro de la boca abriendo el bucle en forma de omega con unos alicates para bucles, colocando el pico redondo del mismo por encima del alambre. **B.** Para recolocar un primer molar que haya erupcionado en posición ectópica también se pueden cementar tubos para arcos de alambre al segundo molar primario y el primer molar permanente. Seguidamente, se modela un bucle de apertura de alambre rectangular de acero inoxidable o β -Ti y se comprime para insertarlo desde el lado distal en el tubo del molar primario, y desde el lado mesial en el tubo del molar permanente. La fuerza que genera el bucle activado retiene el alambre rectangular, que debe colocarse con mucho cuidado junto al tejido blando.



Erupción ectópica de un primer molar superior permanente: formas de tratamiento

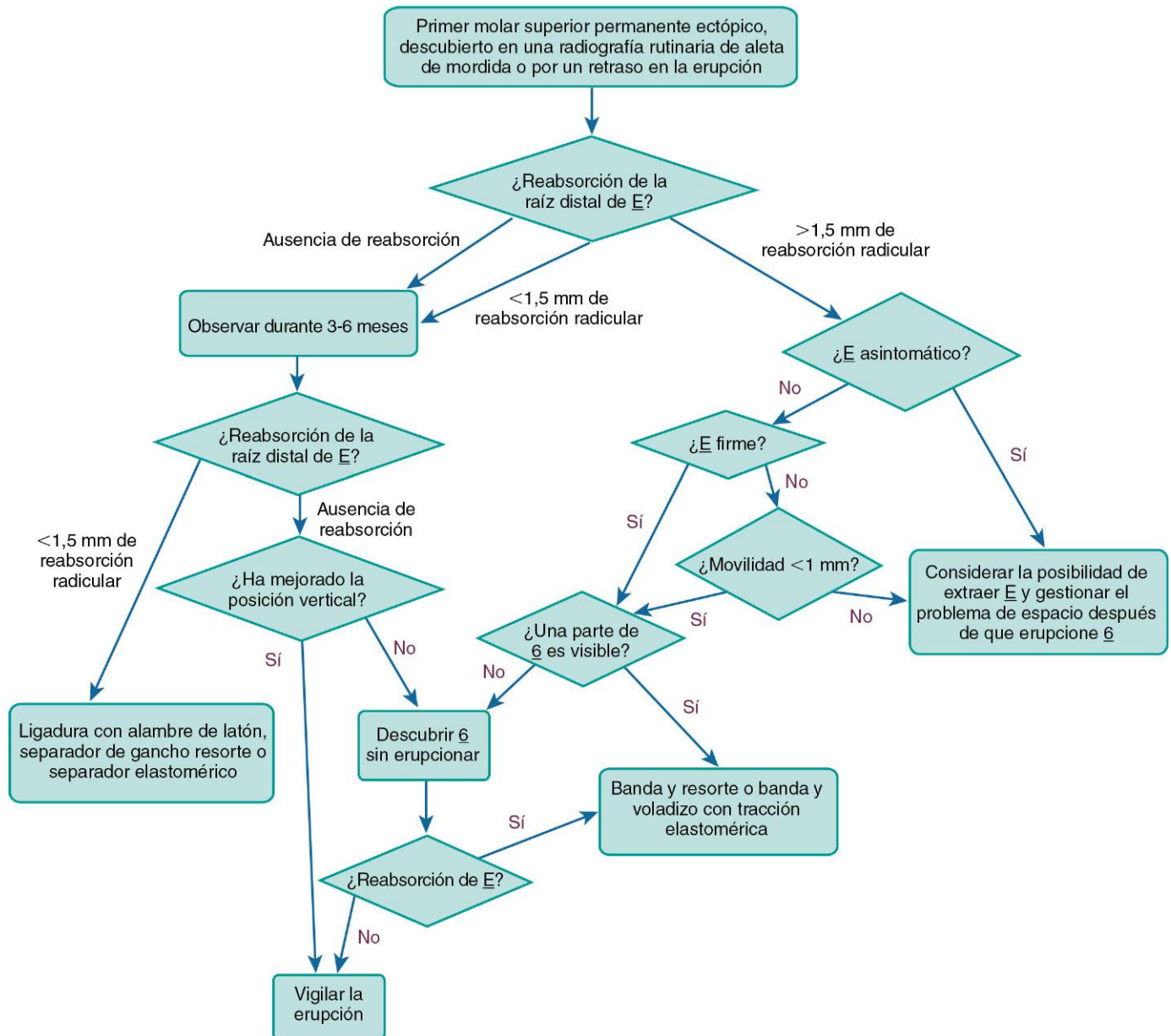


FIGURA 11-39 Se puede utilizar este diagrama de flujo para tomar una decisión entre las posibles opciones que existen cuando un molar permanente erupciona ectópicamente durante la dentición mixta. Las respuestas a las preguntas que se plantean en el diagrama deben conducir a un tratamiento satisfactorio. (Modificado de Kennedy D, Turley P. Am J Orthod Dentofac Orthop 92:336-345, 1987.)

Caninos superiores

Aproximadamente a los 10 años de edad, si el canino no se mueve y no se observa una protrusión vestibular apreciable o palpable del canino, debemos considerar la posibilidad de una erupción ectópica de los caninos superiores, ya que es una anomalía relativamente frecuente (la incidencia de la erupción ectópica y la impactación de los caninos es del orden del 1-2%).¹⁵ Esto puede dar lugar a dos problemas: 1) la impactación del canino, y/o 2) la reabsorción de las raíces de los incisivos laterales y/o centrales permanentes.¹⁶ Aparentemente, este fenómeno tiene una base genética y en algunos casos guarda relación con unos incisivos laterales superiores pequeños o ausentes y unos segundos premolares superiores ausentes.¹⁷ Las probabilidades de que se reabsorban las raíces de los incisivos permanentes son mucho mayores cuando no existe espacio disponible para el canino.¹⁸

Aunque numerosos estudios han demostrado ya la superioridad de la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) sobre las imágenes bidimensionales (2-D) cuando es necesario localizar caninos impactados y evaluar una posible reabsorción de las raíces de otros dientes,¹⁹ probablemente sea mejor obtener

primero una imagen completa del paciente con una radiografía panorámica digital, ya que en las anomalías dentales influyen factores genéticos y pueden existir otras anomalías (incisivos laterales en clavija o ausentes, ausencia de premolares, y transposición de algunos dientes).²⁰ Posteriormente, dependiendo de los hallazgos, resulta más sensato obtener información detallada sobre la reabsorción radicular y la posición de erupción del canino mediante una TCHC de campo visual reducido (fig. 11-40). Estas proyecciones pueden completarse con una imagen digital cefalométrica convencional si se necesita para un tratamiento ortodóncico limitado o global. La exposición a la radiación es menor que si se opta inicialmente por una TCHC de campo completo (v. tabla 6-6).

Debido a las complicaciones potenciales de la erupción ectópica continuada de los caninos, está justificado un diagnóstico y una intervención precoces para prevenir o limitar la reabsorción radicular. Cuando se localiza el canino permanente en erupción en una posición mesial y existe riesgo de reabsorción de la raíz del incisivo (pero todavía no se ha producido), está indicada la extracción del canino primario (fig. 11-41). Ericson y Kurol



FIGURA 11-40 A. Radiografía panorámica que muestra los daños sufridos por las raíces de los incisivos laterales superiores como consecuencia de la erupción ectópica de los caninos. B y C. Estas imágenes tridimensionales de una TCHC de campo visual reducido, que muestran claramente la posición de los caninos sin erupcionar, confirman que la raíz del incisivo central derecho ha resultado dañada también, y establecen la dirección inicial de movimiento que tendrán que seguir los caninos para no dañar aún más los incisivos. La exposición a la radiación con este tipo de TCHC es prácticamente la misma que la de una radiografía panorámica digital, y en casos como este es necesario recurrir a la TCHC debido a que puede modificar el plan de tratamiento.

observaron que si la corona del canino permanente se superponía a menos de la mitad de la raíz del incisivo lateral, había muchas probabilidades (91%) de que se normalizara la ruta de erupción. Cuando se superponía a más de la mitad de la raíz del incisivo lateral, la extracción precoz del diente primario ofrecía un 64% de probabilidades de erupción normal y la posibilidad de que mejorara la posición del canino, aun cuando no se corrigiera totalmente.²¹

Normalmente, si se están reabsorbiendo las raíces de los incisivos laterales o centrales permanentes, hay que exponer quirúrgicamente el canino permanente y utilizar la fuerza ortodóncica para moverlo a su posición correcta (fig. 11-42). De este modo, se detiene la reabsorción causada por el diente ectópico, aunque pueden continuar en parte la reabsorción y el emborronamiento de las raíces. Este tratamiento global se prolongará hasta el período de dentición permanente precoz (v. capítulo 14).

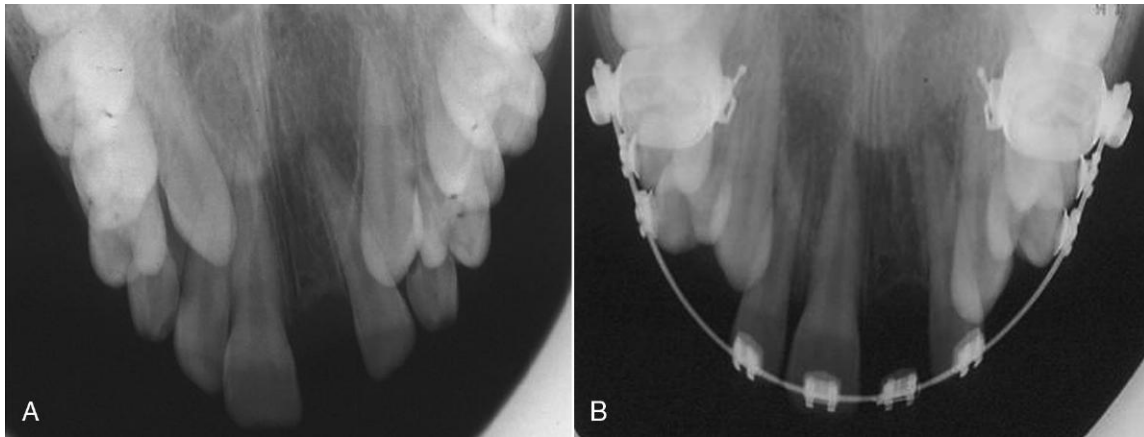


FIGURA 11-41 A. Este paciente tiene el canino superior derecho sobre la raíz del incisivo lateral superior derecho, con un solapamiento superior al 50%. El canino permanente izquierdo cubría menos del 50% de la raíz del incisivo lateral permanente. Este tipo de ubicación conlleva un mayor riesgo de reabsorción de las raíces de los incisivos. Se optó por extraer los caninos primarios adyacentes y (B) se observó una mejoría gracias a la corrección casi total del canino derecho, mientras que el del lado izquierdo solo experimentó un ligero cambio en su posición lateral. Probablemente esto no habría sucedido si no se hubiera intervenido.

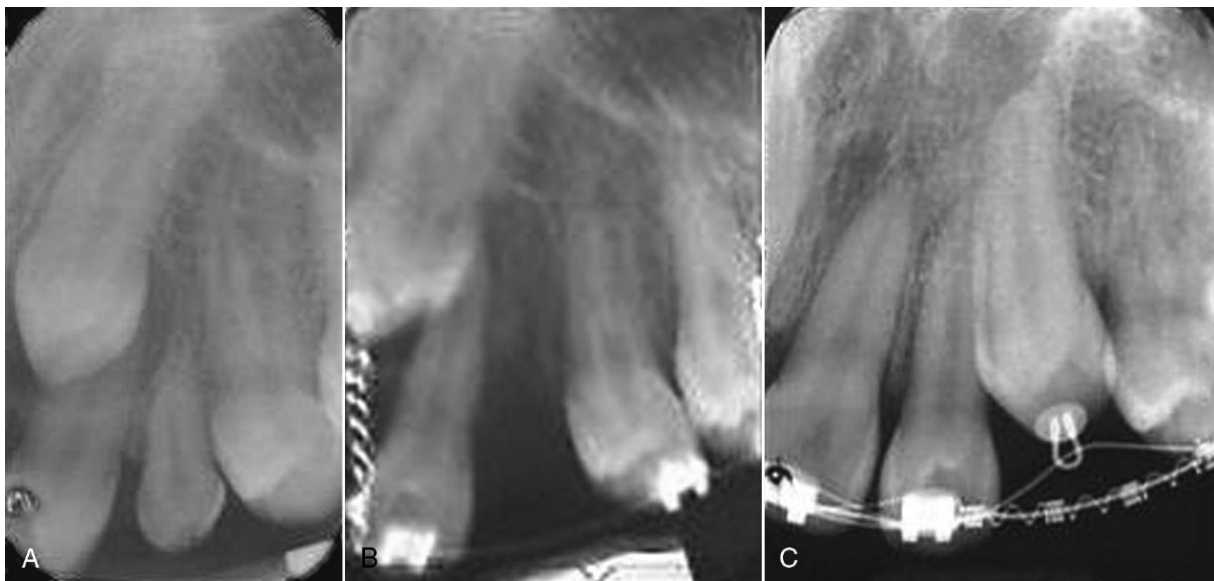


FIGURA 11-42 A. El canino superior izquierdo se encuentra sobre la raíz del incisivo lateral adyacente y ha inducido una cierta reabsorción radicular inicial. B. Debido a la reabsorción, hubo que extraer el canino primario, exponer la raíz del canino permanente y cementar a su corona un anclaje con una cadena metálica, que se ligó al arco de alambre. A veces es difícil cementar los anclajes debido a que la superficie del diente está contaminada con saliva y sangre, pero ya no se utiliza el método alternativo de enrollar un alambre alrededor de la zona cervical de la corona. Para este método hay que suprimir más hueso, y es mayor el riesgo de anquilosis y posible disminución de la inserción gingival. Utilizando un grabado ácido en lugar de una combinación de grabado/sellador se puede detener el sangrado durante unos momentos para proceder a la cementación. C. Posteriormente, se recolocó el canino distalmente y alejado del incisivo lateral, en su posición correcta. Esto permitió frenar la reabsorción continuada del incisivo lateral.

Dientes supernumerarios

Los dientes supernumerarios pueden alterar la erupción normal de otros dientes y causar apiñamiento o separación. El tratamiento consiste en extraer los supernumerarios antes de que produzcan problemas, o en limitar los efectos si ya han desplazado otros dientes.

La ubicación más frecuente de los dientes supernumerarios es la región anterior del maxilar superior. Estos dientes se descubren a menudo en una radiografía panorámica u oclusal cuando el niño tiene 6-7 años de edad, ya sea durante una exploración rutinaria o cuando los incisivos permanentes no consiguen erupcionar. Los casos más sencillos son aquellos en los que existe un único diente supernumerario en una posición muy superficial. Si el diente no está invertido, suele erupcionar antes que el diente normal o junto con el mismo y puede extraerse antes de que interfiera en los dientes adyacentes.

Puede resultar difícil elegir qué diente hay que conservar y cuál es el supernumerario, pero en realidad no hay ninguna diferencia. El diente que conviene conservar será el que tenga mejor tamaño, color, morfología y posición en relación con los demás dientes. En igualdad de condiciones, conviene conservar el diente que esté más cerca de su posición final definitiva. Es difícil tomar esta decisión basándose en las radiografías convencionales cuando los dientes no han erupcionado todavía, y en estos casos puede resultar muy útil la TCHC.

En algunas ocasiones se identifican varios dientes supernumerarios superficiales, y se pueden extraer sin complicaciones y

sin interferir demasiado en los dientes normales. Como norma general, cuantos más supernumerarios haya, más anormal sea su forma y más alta su posición, mayores dificultades planteará el caso. Es probable que si hay varios supernumerarios anormales, estos hayan alterado la posición y el calendario de erupción de los dientes normales antes de ser descubiertos, y es improbable que erupcionen los tubérculos dentales. Se deben completar las extracciones tan pronto como se puedan eliminar los supernumerarios sin dañar los dientes normales en desarrollo (fig. 11-43). El cirujano puede posponer las extracciones hasta que el crecimiento continuado haya mejorado el acceso y la capacidad del niño para tolerar la cirugía, y hasta que el desarrollo radicular posterior haya mejorado el pronóstico de los dientes que se vayan a conservar. Esto parece razonable, pero cuanto antes se puedan extraer los supernumerarios, mayores serán las probabilidades de que los dientes normales erupcionen sin necesidad de más intervención. Y por el contrario, cuanto más se retrasen las extracciones, mayores serán las probabilidades de tener que recurrir a la exposición quirúrgica o a la tracción ortodóncica (o a ambas) para recolocar en la arcada los demás dientes normales sin erupcionar.

Retraso en la erupción de los incisivos

Cuando un incisivo no ha conseguido erupcionar más de 1 año después de su momento de erupción normal y ya lo han hecho los dientes adyacentes, no hay ninguna excusa para demorar más el tratamiento. Las consecuencias estéticas y sociales, así como

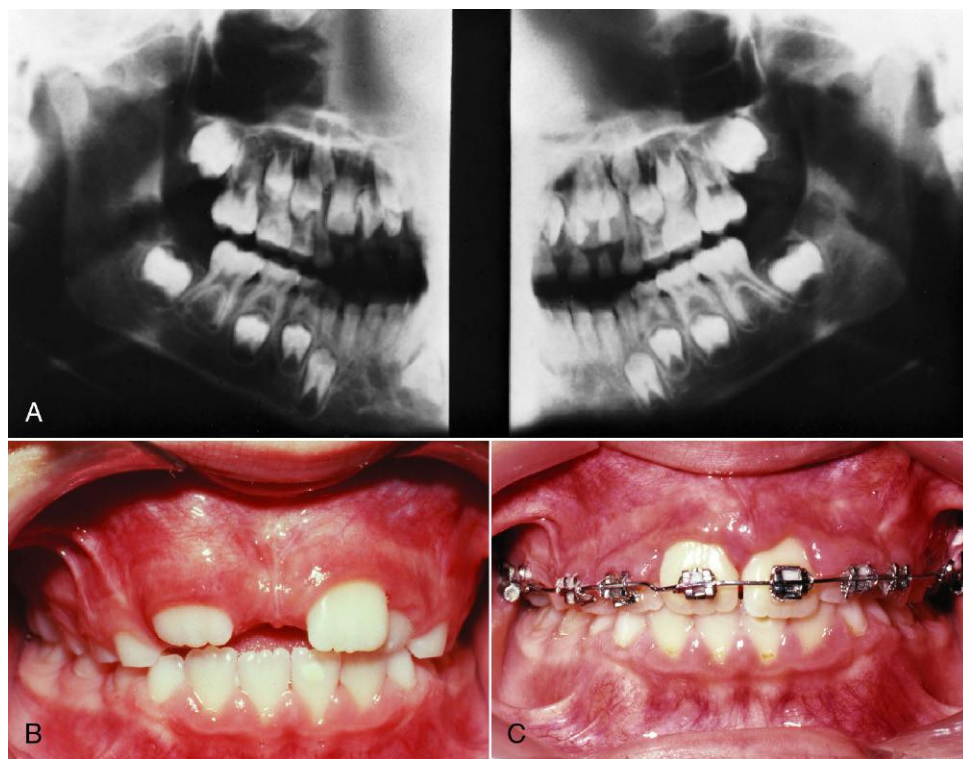


FIGURA 11-43 Aunque es poco frecuente, la presencia de varios dientes supernumerarios en la región anterior del maxilar superior puede separar los dientes anteriores y retrasar su erupción. **A.** Este paciente presenta un diastema excepcionalmente amplio y sufre un retraso en la erupción de los incisivos laterales superiores. **B.** La radiografía panorámica muestra la existencia de tres dientes supernumerarios de diferentes formas y orientaciones. Los supernumerarios cónicos que no están invertidos suelen erupcionar normalmente, mientras que los que tienen forma de tubérculo y están invertidos no lo hacen. **C.** Se extrajeron los supernumerarios, se cerró el diastema y se alinearon los incisivos con aparatos fijos tras la erupción de los mismos.

las repercusiones sobre la erupción y el desarrollo definitivo de la dentición, serán seguramente importantes. En estas circunstancias es necesario intervenir en el momento oportuno. El retraso en la erupción de un incisivo se debe habitualmente a la retención de un diente primario, a un diente supernumerario o a algún tipo de patología.

Lo primero que debemos considerar al evaluar esta situación es la morfología (posibilidades de aprovechamiento) y la posición del diente sin erupcionar. Después hay que analizar las probabilidades de que el diente erupcione o de que se le pueda llevar hacia la arcada. Seguidamente, es necesario evaluar las necesidades de espacio dentro de la arcada. Si se dispone de espacio suficiente y

es probable que el diente erupcione sin necesidad de tracción ortodóncica, está justificada la exposición quirúrgica. Si el incisivo retrasado ocupa una posición superficial, se puede realizar una simple incisión en los tejidos blandos para descubrirlo; el diente suele erupcionar rápidamente.

Cuando el diente ocupa una posición más profunda, es necesario recolocar apicalmente el tejido superficial y adyacente para exponer la corona (fig. 11-44). De este modo se suele conseguir la erupción normal, pero si tenemos *alguna* duda sobre las posibilidades de erupción o de exposición adecuada, es necesario colocar un anclaje en el diente. Se puede fijar una cadena metálica (*nunca* una ligadura de alambre alrededor de la zona cervical del diente)

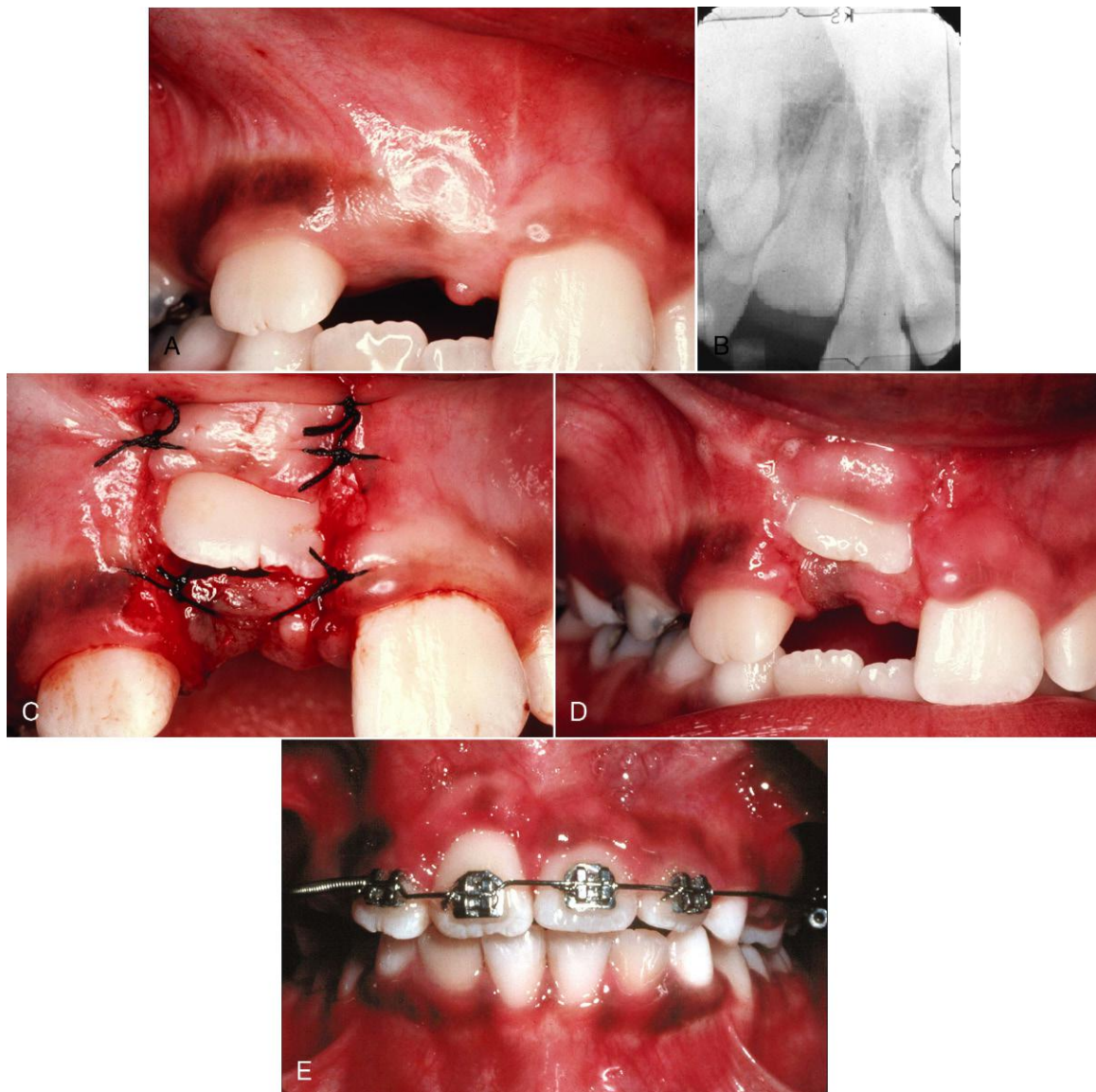


FIGURA 11-44 A. Este paciente tenía el incisivo central superior derecho permanente en una posición muy superficial, sin erupcionar y muy retrasado. B. La radiografía muestra el diente a la altura del hueso crestral. C. Se ha liberado el colgajo por ambos lados, se ha recolocado en posición apical y se ha suturado dejando al descubierto suficiente estructura dental. Si existe alguna duda acerca del control tisular, se debe cementar un anclaje con una cadena metálica al diente expuesto. La cadena puede ligarse a los aparatos ortodóncicos. Si no hay ningún aparato colocado, puede ligarse a la zona cervical de un diente vecino. Si el diente erupciona, se puede retirar fácilmente el anclaje, pero este representa una buena medida de seguridad en caso de que la zona no cicatrice adecuadamente. D. Una semana después de la cirugía, el tejido está cicatrizando normalmente. E. Aparatos dispuestos para la recolocación definitiva. Obsérvese la irregularidad de los bordes gingivales de ambos incisivos centrales, que se irán igualando con el paso del tiempo conforme la inserción del incisivo central izquierdo vaya migrando en sentido apical.

al bracket o el botón y sacarla a través del tejido para poder traccionar con un aparato fijo, si fuera necesario (fig. 11-45). Si no se dispone de suficiente espacio, habrá que abrir espacios antes de la cirugía para no interrumpir la secuencia de tratamiento. Generalmente, para aplicar la fuerza sobre el diente sin erupcionar se emplea un alambre base muy grueso y se cementan brackets en varios dientes para utilizarlos como anclaje, y una cadena elastomérica o un alambre *overlay* de níquel-titanio (NiTi) para generar la fuerza. La cadena resulta válida para el movimiento inicial, ya que no irrita tanto los tejidos blandos. A menudo, hay que recolocar el bracket cuando el diente erupciona, ya que la adhesión inicial durante la intervención quirúrgica no ha resultado idónea. Se puede posponer la recolocación definitiva de la raíz hasta una segunda fase de tratamiento durante la dentición permanente, si se ha previsto esta posibilidad.

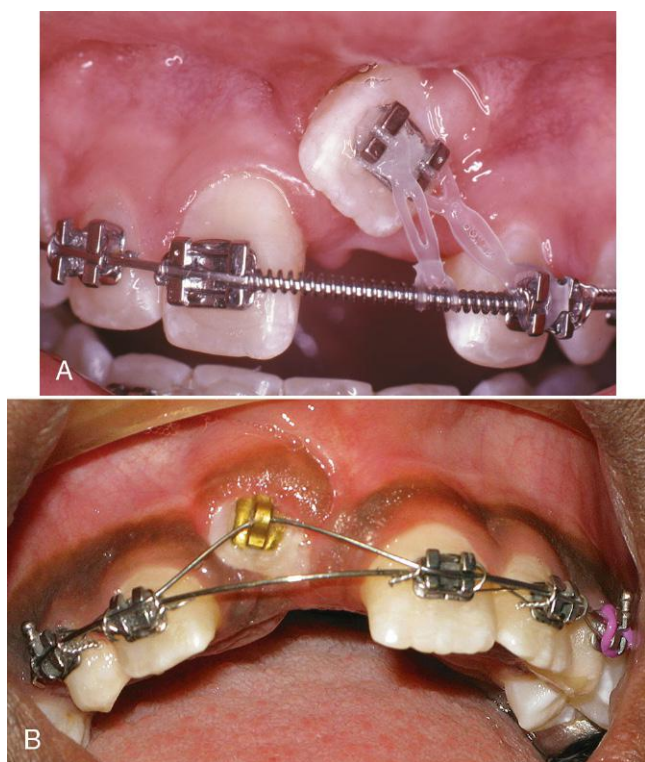


FIGURA 11-45 **A.** Para la tracción inicial sobre un incisivo sin erupcionar se puede usar un arco base de alambre grueso y una cadena elastomérica hasta los dientes. Aunque este sistema ejerce una fuerza relativamente intensa sobre los dientes y tiene un recorrido limitado, representa un método inicial bastante sensato debido a su menor volumen e invasividad. **B.** Una opción más sencilla y eficiente consiste en aprovechar la flexibilidad de un arco auxiliar de alambre superelástico (A-NiTi) y estabilizar al mismo tiempo los dientes con otro alambre más rígido para controlar las fuerzas recíprocas. Para ello se puede ligar el alambre superelástico al arco base de alambre, excepto en la zona del diente sin erupcionar, y desviarlo en sentido gingival para ejercer la tracción. Recuerde que cuanto más largo sea el alambre *overlay*, mayor resistencia generará al deslizarse por los brackets y las ligaduras y menos eficaz resultará. El alambre *overlay* debe fijarse con ligaduras de acero para reducir aún más la fricción, y también deberá soltarse durante las visitas de ajuste para que recupere sus propiedades superelásticas. Cuando el diente vaya erupcionando se le podrá incorporar a un alambre flexible continuo o habrá que hacer una compensación en el alambre base para permitir que el bracket pueda pasar por el mismo.

Dientes primarios anquilosados

Los dientes primarios anquilosados que disponen de sucesores permanentes (en especial los molares primarios anquilosados) representan un problema potencial para la alineación de los dientes permanentes. Aunque estos dientes suelen reabsorberse sin crear problemas a largo plazo, a veces no se reabsorben o quedan retenidos por una fijación ósea en la región cervical. Esto retrasa la erupción del diente permanente y puede desviarle de su ruta de erupción normal. El tratamiento correcto para un molar primario anquilosado consiste en mantenerlo hasta que empiece a interferir en la erupción o la deriva de otros dientes (fig. 11-46), y proceder después a extraerlo y a colocar un arco lingual u otro aparato fijo apropiado, si fuera necesario. Si los dientes vecinos se han inclinado sobre el diente anquilosado, habrá que recolocarlos para recuperar espacios. Las discrepancias óseas verticales desaparecerán cuando el diente permanente arrastre hueso consigo durante la erupción.

La situación es totalmente diferente cuando un diente primario anquilosado no tiene un sucesor permanente. En ese caso, para evitar problemas periodontales a largo plazo conviene extraer el diente anquilosado antes de que se produzca una discrepancia oclusal vertical importante (fig. 11-47).²² Dado que los dientes que erupcionan arrastran hueso alveolar con ellos, al planificar y ejecutar el tratamiento conviene mover los dientes (al menos parcialmente) hacia el espacio edéntulo para que se forme hueso nuevo en esa zona, aunque el plan de tratamiento a largo plazo incluya la reposición protésica del diente ausente. Por consiguiente, está contraindicado mantener el espacio. Cuanto más tiempo permanezca el diente primario anquilosado en su sitio, mayor será el riesgo de que se produzca un defecto a largo plazo debido a la falta de formación de hueso alveolar en esa zona. Aunque la extracción del diente primario sin un sucesor implica la pérdida de parte del hueso alveolar, esta opción es preferible a un problema periodontal a largo plazo.

Conviene que un odontólogo experimentado se encargue de extraer estos dientes. Si no se actúa con mucho cuidado se puede producir un defecto periodontal todavía peor.



FIGURA 11-46 En esta radiografía se pueden ver los dientes anteriores y posteriores inclinandose sobre los molares primarios adyacentes anquilosados. Si se observan una inclinación y una pérdida de espacio significativas, es necesario extraer los dientes anquilosados.

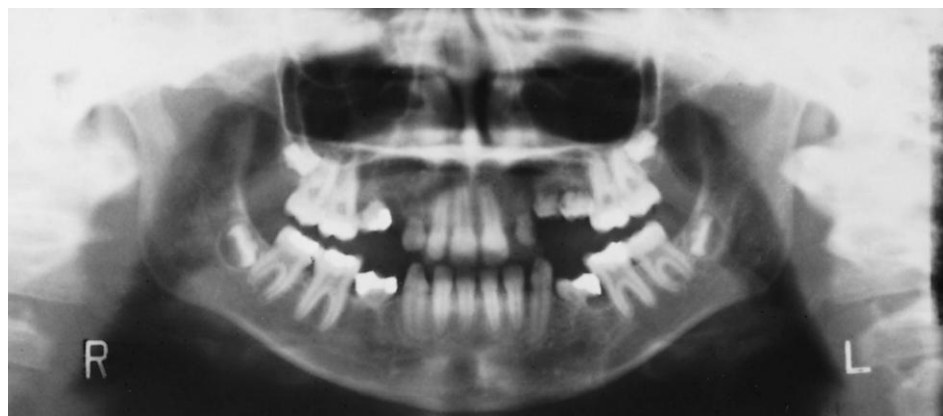


FIGURA 11-47 Si no tienen sucesores, hay que extraer los dientes primarios anquilosados con mucho cuidado cuando empiecen a observarse discrepancias verticales. Lo mejor es permitir que los dientes permanentes deriven hacia el espacio edéntulo y arrastren hueso con ellos, y proceder después a recolocar los dientes antes de iniciar el tratamiento implantológico o protésico, de manera que no se formen defectos periodontales importantes, como los que pueden observarse junto a los molares primarios de este paciente.

ABORDAJE DE LOS PROBLEMAS DE ESPACIO

Análisis del espacio: cuantificación de los problemas de espacio

Estos problemas deben analizarse desde la perspectiva del espacio disponible, que se cuantifica mediante un análisis del espacio, cuyos resultados conviene considerar junto con el perfil, ya que al reducir la protrusión se restringe también del espacio disponible. Por el contrario, cuando los dientes están retroclinados y hay que desplazarlos en sentido vestibular hasta la posición correcta, se dispone de más espacio. La dimensión vertical influye también en el espacio disponible. Por lo general, está contraindicado expandir la arcada cuando existe una sobremordida limitada, ya que al inclinar los dientes en sentido vestibular suelen desplazarse también en sentido vertical y se puede desarrollar una mordida abierta anterior. En un niño con una sobremordida profunda y una curva de Spee muy acusada, si se nivela la arcada se acentúa la protrusión de los dientes.

Es muy importante cuantificar el apiñamiento de las arcadas, ya que el tratamiento varía dependiendo de la magnitud del mismo. Para ello se recurre al análisis del espacio sobre los modelos dentales. Este análisis resulta especialmente útil cuando hay que evaluar el apiñamiento probable en un niño en la fase de dentición mixta cuando están erupcionando los dientes permanentes y se observa un apiñamiento real o provisional; en tales casos, el análisis debe incluir una predicción del tamaño de los dientes permanentes sin erupcionar.

Principios del análisis del espacio

Para analizar el espacio hay que comparar la cantidad de *espacio disponible* para alinear los dientes y la de *espacio necesario* para poder alinearlos correctamente en las arcadas dentales (fig. 11-48). Este análisis puede efectuarse directamente sobre los modelos dentales o utilizando un algoritmo informático después de digitalizar las dimensiones de las arcadas y los dientes

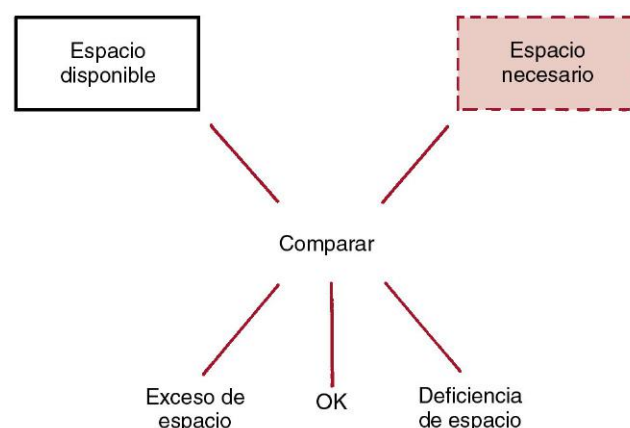


FIGURA 11-48 Una comparación entre el espacio disponible y el necesario nos permite determinar si una deficiencia de espacio en la arcada dental producirá finalmente apiñamiento, si se dispone del espacio adecuado para acomodar los dientes, o si quedarán huecos entre los dientes debido a un exceso de espacio.

(escaneando los modelos, ya sea en el consultorio o en una empresa comercial).

Con independencia de que el análisis del espacio se realice a mano o con un ordenador, lo primero que hay que hacer es calcular el espacio disponible. Para ello se mide el perímetro de la arcada desde la cara mesial de un primer molar hasta la del otro, por encima de los puntos de contacto de los dientes posteriores y de los bordes incisales de los anteriores. Para el método manual se pueden emplear dos sistemas elementales: 1) se divide la arcada dental en varios segmentos que pueden medirse como una aproximación de la medida de la arcada en línea recta (fig. 11-49), o 2) se moldea un trozo de alambre (o se traza una línea curva en la pantalla del ordenador) adaptándolo a la línea de oclusión y después se estira para poder medirlo. El primero es el método más aconsejable para el cálculo manual, debido a que resulta más fiable. Con un buen programa informático se puede emplear cualquiera de estos dos métodos.

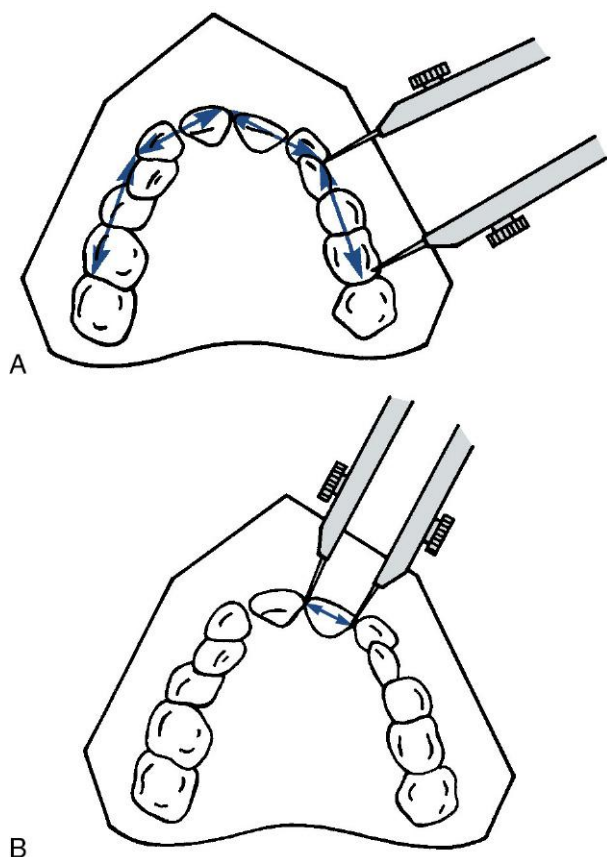


FIGURA 11-49 A. Se puede medir fácilmente el espacio disponible dividiendo la arcada dental en cuatro segmentos rectos, tal como se muestra en la figura. Hay que medir cada segmento por separado con un compás de puntas o un calibre de Boley afilado. B. El espacio necesario representa la suma de las anchuras mesiodistales de cada uno de los dientes permanentes erupcionados más el tamaño estimado de los dientes permanentes que no han erupcionado todavía.

Lo segundo que hay que hacer es calcular el espacio necesario para alinear los dientes. Para ello se mide la anchura mesiodistal (entre los dos puntos de contacto) de cada uno de los dientes que hayan erupcionado, se calcula el tamaño aproximado de los dientes permanentes sin erupcionar, y se suman las anchuras de cada uno de los dientes (v. fig. 11-49, B). Si la suma de las anchuras de los dientes permanentes es mayor que el espacio disponible, falta espacio y se producirá apiñamiento. Si se dispone de más espacio del necesario (exceso de espacio), cabe esperar que queden huecos entre algunos dientes.

Este tipo de análisis del espacio se basa en tres suposiciones importantes: 1) los incisivos ocupan una posición anteroposterior correcta (es decir, no están ni muy protruidos ni muy retruidos); 2) el espacio disponible no va a variar debido al crecimiento y a la inclinación compensatoria de los dientes, y 3) están presentes todos los dientes y tienen un tamaño razonablemente normal. Nunca podemos dar por sentado que se cumplan estas tres suposiciones, y siempre hay que tenerlas presentes al analizar el espacio.

Por lo que se refiere a la primera suposición, conviene recordar que la protrusión de los incisivos es un fenómeno relativamente frecuente y que, aunque no es muy habitual,

también puede producirse retrusión de los incisivos. Existe una interrelación entre el apiñamiento de los dientes y la protrusión o la retrusión: una posición lingual (retruida) de los incisivos acentúa el apiñamiento que pueda producirse; pero en caso de protrusión de los incisivos, no se expresará totalmente el apiñamiento potencial. En realidad, apiñamiento y protrusión son dos facetas diferentes de un mismo fenómeno. Si no hay espacio suficiente para que los dientes se alineen correctamente puede producirse apiñamiento, protrusión o (lo más probable) una combinación de ambos. Por este motivo, para evaluar los resultados del análisis del espacio debemos disponer de la información que nos proporcione la exploración clínica sobre el grado de protrusión de los incisivos. Esta información se obtiene analizando la forma de la cara (o a partir del análisis cefalométrico, si se dispone del mismo).

La segunda suposición (que el espacio disponible no variará durante el crecimiento) tiene validez en la mayoría de los casos, pero no en todos. En un niño con una cara proporcionada, la dentición apenas tiende a desplazarse respecto del maxilar durante el crecimiento, pero en un niño con discrepancia intermaxilar los dientes suelen desviarse en sentido anterior o posterior. Por este motivo, el análisis del espacio no es tan exacto y tiene menos utilidad en los niños con problemas esqueléticos (clase II, clase III, cara alargada, cara corta) que en aquellos con unas proporciones faciales aceptables.

Incluso en los niños con caras proporcionadas, la posición de los molares permanentes varía cuando los molares primarios son reemplazados por los premolares (v. una explicación más detallada en el capítulo 3). Si se analiza el espacio durante la dentición mixta, hay que ajustar la medición del espacio disponible para reflejar la posible desviación en la posición de los molares.

La tercera suposición puede (y debe) confirmarse mediante una exploración clínica y radiológica, examinando los dientes más en conjunto que como unidades individuales. Las anomalías en el tamaño de los dientes repercuten considerablemente en el espacio existente en las arcadas dentales (v. fig. 5-23).

Estimación del tamaño de los dientes permanentes sin erupcionar

Se pueden utilizar dos métodos básicos:

1. Medición de los dientes en radiografías. Para esto se necesita una imagen radiológica sin distorsionar, que se puede conseguir mediante radiografías periapicales individuales. Incluso con estas radiografías, a menudo resulta difícil obtener una imagen de los caninos sin distorsionar, lo que inevitablemente limita la exactitud de este método. Con cualquier tipo de radiografías es necesario compensar el aumento de la imagen radiológica. Para ello se puede medir un objeto que pueda visualizarse tanto en las radiografías como en los modelos (generalmente un molar primario). A continuación, se puede establecer una relación proporcional muy simple. La exactitud es aceptable o buena, dependiendo de la calidad de las radiografías y de su posición en la arcada. Esta técnica puede utilizarse con las arcadas superior e inferior de todos los grupos étnicos, pero la exposición a la radiación solo está justificada en casos excepcionales.

2. Estimación a partir de tablas de proporcionalidad. Existe una correlación razonablemente aceptable entre el tamaño

CUADRO 11-1

VALORES DE PREDICCIÓN DE TANAKA Y JOHNSTON

Mitad de la anchura mesiodistal de los cuatro incisivos inferiores	+10,5 mm = anchura estimada del canino y los premolares inferiores de un cuadrante
	+11 mm = anchura estimada del canino y los premolares superiores de un cuadrante

de los incisivos permanentes erupcionados y el de los caninos y premolares sin erupcionar. Moyers ha tabulado los datos correspondientes a niños norteamericanos de raza blanca.²³ Para poder usar las tablas de predicción de Moyers se mide la anchura mesiodistal de los incisivos *inferiores* y se emplea este valor para predecir el tamaño de los caninos y los premolares superiores e inferiores sin erupcionar. El tamaño de los incisivos inferiores se correlaciona con el tamaño de los caninos y premolares superiores mejor que el de los incisivos superiores, ya que los incisivos laterales superiores son unos dientes muy variables. A pesar de una cierta tendencia a sobrevalorar el tamaño de los dientes sin erupcionar, este método resulta bastante exacto para los niños blancos del norte de Europa, en los que se basan estos datos. No se necesitan radiografías y se puede utilizar en ambas arcadas.

Tanaka y Johnston han ideado otro método para predecir el tamaño de los caninos y premolares sin erupcionar a partir de la anchura de los incisivos inferiores (cuadro 11-1).²⁴ En niños de un grupo de población europea, este método ha demostrado bastante exactitud a pesar de una sobrevaloración del tamaño de los dientes sin erupcionar. No se necesitan radiografías ni tablas de referencia (una vez que se memoriza la ecuación, que es muy sencilla), por lo que resulta muy adecuado, aunque en concreto, tiende a sobrevalorar el espacio necesario en ambas arcadas en las mujeres de raza blanca, y a infravalorar el espacio necesario en la arcada inferior en los varones afroamericanos.

La mayoría de los algoritmos informáticos para el análisis del espacio se basan en correlaciones del tamaño de los dientes, y deben utilizarse con mucha cautela si se observa algo inusual en las radiografías (a menos que el programa informático permita introducir la información radiológica).

Resumen. La elección del método utilizado en cada caso depende de las circunstancias de cada paciente. Las tablas de predicción funcionan sorprendentemente bien cuando se utilizan en el grupo de población a partir del cual se ha desarrollado: escolares blancos de origen escandinavo. En conjunto, el método de Tanaka-Johnston probablemente resulte mejor para el cálculo manual, ya que no se necesitan radiografías y la ecuación es muy sencilla y se puede memorizar o imprimir en el formulario para el análisis del espacio, de manera que no es necesario consultar ninguna tabla de referencia.

Por otra parte, si el paciente no pertenece al grupo de población del que proceden las correlaciones (como los niños africanos o asiáticos), lo mejor es medir directamente sobre la radiografías y evitar el análisis informático, a no ser que se disponga de una

ecuación modificada de Tanaka-Johnston para ese grupo en particular. Si se ven en las radiografías anomalías evidentes en el tamaño o la forma de los dientes, no debe utilizarse ningún método de correlación (que presupone unas relaciones normales en el tamaño de los dientes).

En la figura 11-50 se muestra un formulario actual para el análisis del espacio en la dentición mixta. Se puede ver que: 1) se incluye una corrección para el movimiento mesial de los molares inferiores tras el cambio de la dentición; 2) se utiliza el método de Tanaka-Johnston para predecir el tamaño de los caninos y premolares sin erupcionar, y 3) se pide que se compruebe el resultado del análisis de la forma de la cara para ver si el análisis y la interpretación de los resultados son correctos. En la figura 11-51 se puede ver la imagen en la pantalla del ordenador de un análisis informático comercial. El análisis por ordenador es más rápido y sencillo, pero conviene tener presente que su exactitud depende de la precisión de los datos digitalizados y de que el paciente cumpla los requisitos en los que se basan los métodos de correlación.

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE ESPACIO

En la sección siguiente de este capítulo podrá comprobar que los problemas se complican cada vez más, aunque su tratamiento está todavía al alcance de muchos odontólogos generales. Otros problemas de espacio, más complicados aún, recibirían normalmente tratamiento en un consultorio especializado, y se describen en el capítulo 12.

Pérdida dental prematura con espacio adecuado: mantenimiento del espacio

La pérdida prematura de un diente primario plantea un problema potencial de alineación debido a que se puede producir una deriva de diente permanente o de otros dientes primarios si no se evita. Únicamente conviene mantener el espacio cuando se dispone de espacio adecuado, o cuando están presentes todos los dientes sin erupcionar con un grado de desarrollo normal. Si el sucesor permanente va a erupcionar en menos de 6 meses (es decir, si ya se ha formado más de la mitad o dos tercios de su raíz), no es necesario utilizar un mantenedor de espacio. Si no hay espacio suficiente para el diente permanente o si falta este, no basta con mantener el espacio y habrá que recurrir a los otros tratamientos que explicamos a continuación.

Para mantener el espacio se pueden emplear diferentes técnicas terapéuticas, dependiendo de las circunstancias de cada caso. Dado que estos aparatos pueden romperse y perderse, es necesario realizar un seguimiento muy estrecho de los mismos para poder obtener buenos resultados.

Mantenedores de espacio de banda y bucle

El aparato de banda y bucle es un dispositivo fijo unilateral que está indicado cuando hay que mantener espacio en los segmentos posteriores. Tiene un diseño en voladizo muy simple que resulta idóneo para mantener un espacio unilateral aislado (fig. 11-52). El bucle tiene una resistencia limitada y



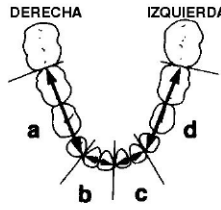
UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA AT CHAPEL HILL
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

IMPRESO PARA EL ANÁLISIS DEL ESPACIO

Nombre del paciente: _____ Fecha: _____

SECCIÓN 1

ESPACIO DISPONIBLE EN EL MAXILAR INFERIOR



DERECHA IZQUIERDA

Longitudes de los segmentos de la arcada

a: _____ mm

b: _____ mm

c: _____ mm

d: _____ mm

TOTAL: _____ mm

SECCIÓN 5

ANÁLISIS DEL ESPACIO DEL MAXILAR INFERIOR

a. ESPACIO TOTAL DISPONIBLE (de la sección 1) _____

b. SUMA DE LAS ANCHURAS DE LOS INCISIVOS INFERIORES (de la sección 2) _____

c. SUMA DEL CANINO Y LOS PREMOLARES IZQUIERDOS (estimada por debajo de los incisivos inferiores) _____

d. SUMA DEL CANINO Y LOS PREMOLARES DERECHOS (estimada por debajo de los incisivos inferiores) _____

e. ESPACIO TOTAL NECESARIO (b + c + d) _____

f. DISCREPANCIA (a - e) _____

SECCIÓN 2

ANCHURA DE LOS INCISIVOS INFERIORES

#23: _____ mm

#24: _____ mm

#25: _____ mm

#26: _____ mm

TOTAL: _____ mm

SECCIÓN 6

ANÁLISIS DEL ESPACIO EN EL MAXILAR SUPERIOR

a. ESPACIO TOTAL DISPONIBLE (de la sección 3) _____

b. SUMA DE LAS ANCHURAS DE LOS INCISIVOS SUPERIORES (de la sección 4) _____

c. SUMA DEL CANINO Y LOS PREMOLARES DERECHOS (estimada por debajo de los incisivos inferiores) _____

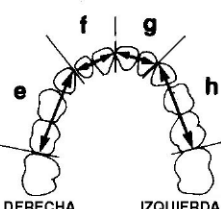
d. SUMA DEL CANINO Y LOS PREMOLARES IZQUIERDOS (estimada por debajo de los incisivos inferiores) _____

e. ESPACIO TOTAL NECESARIO (b + c + d) _____

f. DISCREPANCIA (a - e) _____

SECCIÓN 3

ESPACIO DISPONIBLE EN EL MAXILAR SUPERIOR



DERECHA IZQUIERDA

Longitudes de los segmentos de la arcada

e: _____ mm

f: _____ mm

g: _____ mm

h: _____ mm

TOTAL: _____ mm

SECCIÓN 7

RELACIÓN INTERMAXILAR ESQUELÉTICA
(del análisis del perfil facial):

() CLASE I; () CLASE II; () CLASE III

SECCIÓN 4

ANCHURA DE LOS INCISIVOS INFERIORES

#7: _____ mm

#8: _____ mm

#9: _____ mm

#10: _____ mm

TOTAL: _____ mm

SECCIÓN 8

OCCLUSIÓN DE LOS PRIMEROS MOLARES PERMANENTES

LADO DERECHO () CLASE I DE ANGLE () LADO IZQUIERDO

() DE EXTREMO CON EXTREMO ()

() CLASE II DE ANGLE ()

() CLASE III DE ANGLE ()

SECCIÓN 9

DESVIACIÓN MOLAR (de extremo con extremo a clase I)
Únicamente para la clase I esquelética

LADO DERECHO + LADO IZQUIERDO = DESVIACIÓN TOTAL

_____ mm + _____ mm = _____ mm TOTAL

SECCIÓN 10

POSTURA LABIAL (del análisis del perfil facial)

() ACEPTABLE; () PROTRUYENTE; () RETRUSIVA

POSICIÓN DE LOS INCISIVOS INFERIORES
(del análisis del perfil facial y los modelos)

() ACEPTABLE; () PROTRUYENTE; () RETRUSIVA

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS NUMÉRICOS (basada en las observaciones de las secciones 7-10)

Para estimar el tamaño aproximado del canino y los premolares sin erupcionar de cada cuadrante (método de Tanaka y Johnston, J Am Dent Assn 88:798, 1974):

Cuadrante inferior: ½ de la suma de las anchuras de los incisivos inferiores + 10,5 mm.

Cuadrante superior: ½ de la suma de las anchuras de los incisivos inferiores + 11 mm.

[INTRODUCIR EN LA LÍNEA 5c y 5d, MÁS ARRIBA]

[INTRODUCIR EN LA LÍNEA 6c y 6d, MÁS ARRIBA]

FIGURA 11-50 Impreso para el análisis del espacio.

este aparato debe utilizarse solo para mantener el espacio de un único diente; no se puede esperar que soporte las fuerzas funcionales de la masticación. Aunque se ha propuesto como alternativa colocar un alambre rígido o flexible a través del espacio edéntulo, no se ha podido demostrar la eficacia clínica

de esta solución. Tampoco se recomienda ya soldar la parte del bucle a una corona de acero inoxidable, ya que esto dificulta la extracción y reposición del aparato sin problemas. Los dientes con coronas de acero inoxidable deben embandarse igual que los dientes naturales.

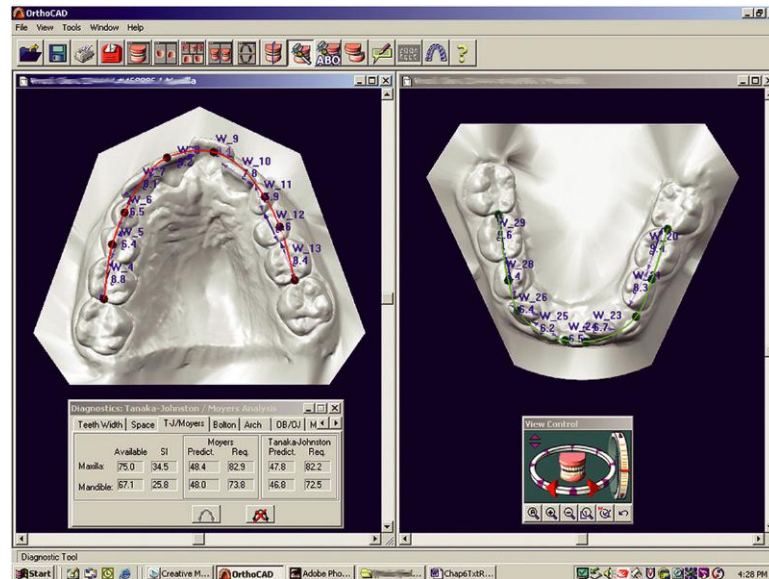


FIGURA 11-51 Para analizar el espacio se puede utilizar un algoritmo informático. Se pueden introducir los datos de las dimensiones de las arcadas y las anchuras de los dientes digitalizando los modelos digitales ya obtenidos. A continuación, el ordenador se encarga de efectuar los cálculos.

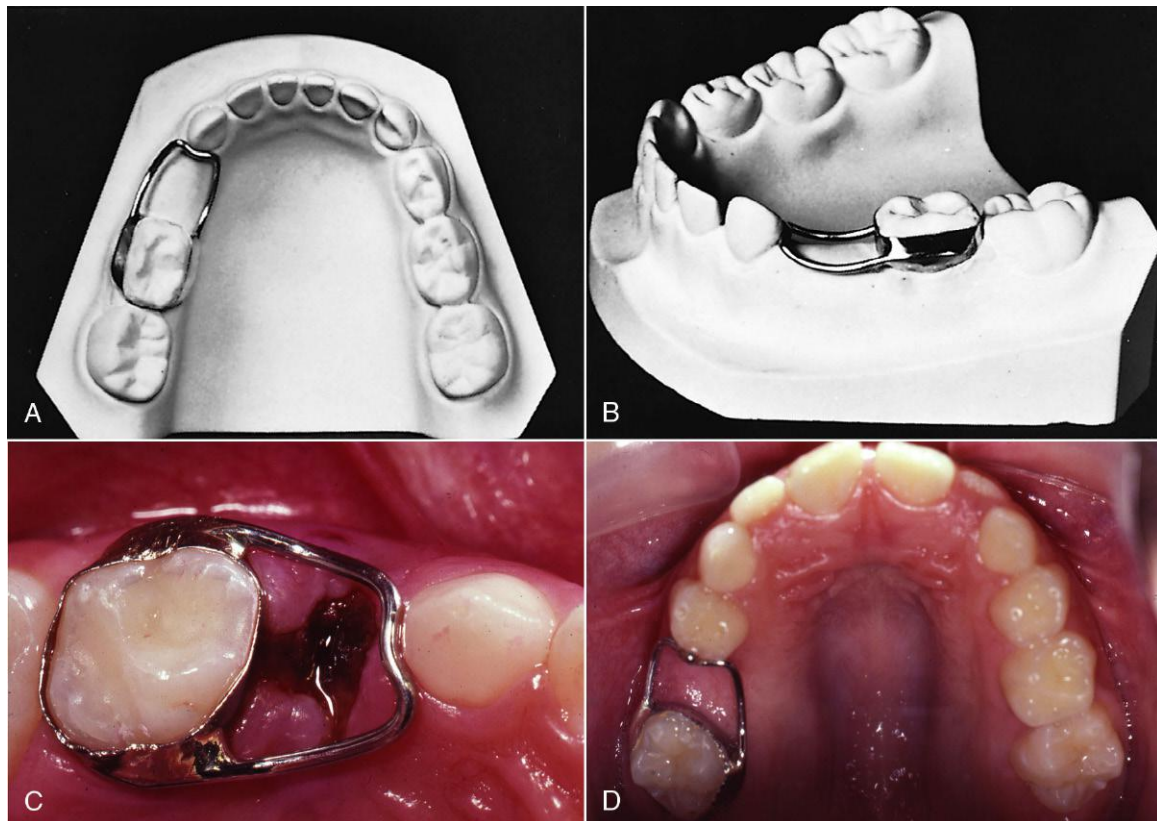


FIGURA 11-52 Generalmente, se utiliza un mantenedor de espacio de banda y bucle en la dentición mixta para preservar el espacio de un único molar primario perdido prematuramente. Está formado por una banda sobre un molar primario o permanente y un bucle de alambre para mantener el espacio. **A.** Hay que doblar con cuidado el bucle de alambre de 36 mil para adaptarlo al pilar dental sin restringir el movimiento lateral del canino primario y **(B)** colocarlo a 1,5 mm del reborde alveolar. Las uniones soldadas deben rellenar el ángulo que queda entre la banda y el alambre para que no se acumulen alimentos y otros restos. **C.** Mantenedor de banda y bucle completo, colocado tras la extracción de un primer molar primario. **D.** Se puede añadir un apoyo oclusal (como se puede ver aquí sobre el primer molar primario) a la parte del bucle para impedir que los dientes embandados se inclinen mesialmente.

Si se ha perdido un segundo molar primario, la banda puede colocarse en el primer molar primario o en el primer molar permanente erupcionado. Algunos odontólogos prefieren embandar el diente primario en estos casos debido al riesgo de decalcificación alrededor de las bandas, pero los primeros molares primarios son difíciles de embandar debido a su morfología (convergencia oclusal) que dificulta la retención de la banda. Todavía más importante es evaluar la secuencia de erupción de los dientes sucedáneos. Nunca se debe embandar el primer molar primario si el primer molar se está desarrollando más rápidamente que el segundo premolar, ya que la pérdida del diente embandado obligaría a recolocar el aparato como consecuencia de la pérdida del apoyo dental.

Si se pierde un molar primario en ambos lados de la arcada antes de que erupcionen los incisivos permanentes, se recomienda utilizar una pareja de mantenedores de espacio de banda y bucle en lugar del arco lingual que se emplearía si el paciente fuera mayor. Conviene proceder de este modo debido a que los brotes dentales de los incisivos permanentes son linguales a los incisivos primarios y en muchos casos erupcionan en sentido lingual. Las bandas y bucles bilaterales permiten a los incisivos permanentes erupcionar sin las interferencias de un alambre lingual. Más adelante, se pueden sustituir los dos aparatos de banda y bucle por un único arco lingual, si es necesario.

La banda y los bucles no demuestran una supervivencia excesiva. Se calcula que duran unos 18 meses, aproximadamente; el fallo de la cementación es el problema más frecuente.²⁵ De ahí la necesidad de evaluar estos mantenedores de espacio durante las revisiones rutinarias.

Mantenedores del espacio de dentadura parcial

Una dentadura parcial puede resultar muy útil para mantener un espacio posterior bilateral cuando se ha perdido más de un diente en cada segmento y todavía no han erupcionado los incisivos permanentes. En estos casos están contraindicados los mantenedores del espacio de banda y bucle debido a la amplitud del espacio edéntulo, y el arco lingual representa una mala elección debido a la probable posición lingual de los incisivos permanentes en la fase inicial de su erupción. La dentadura parcial tiene además la ventaja de que restablece parte de la función oclusal.

Este aparato está indicado igualmente cuando hay que mantener un espacio posterior y reponer unos incisivos primarios ausentes o unos incisivos permanentes retrasados (fig. 11-53). No es necesario mantener el espacio en la región anterior, ya que generalmente no se reduce el perímetro de la arcada aun cuando los dientes deriven y se redistribuya el espacio. Los dientes anteriores no son necesarios para el desarrollo de la nutrición o el habla, y los niños se adaptan fácilmente a la falta de estos dientes en la mayoría de los casos; por estas razones, únicamente se reponen los dientes anteriores ausentes para mejorar el aspecto. No obstante, esto puede tener algunas ventajas sociales, incluso en los niños pequeños.

Mantenedores de espacio de zapata distal

La zapata distal tiene una única aplicación: es el aparato de elección cuando se ha perdido un segundo molar primario antes de que erupcione el primer molar permanente. Este aparato consta de un plano guía de metal o de plástico, a lo largo del cual erupciona el



FIGURA 11-53 En un niño pequeño se puede usar una dentadura parcial de quita y pon para reponer los dientes anteriores por razones estéticas. Al mismo tiempo, es posible mantener el espacio de uno o más molares primarios perdidos prematuramente. En este caso, la dentadura reemplaza los cuatro incisivos. Para conseguir una retención adecuada se necesitan múltiples ganchos, preferiblemente de Adams. Es necesario ajustar frecuentemente los ganchos y el acrílico para no interferir en el ajuste fisiológico de los dientes primarios durante la reducción de los dientes permanentes. Los ganchos en C sobre los caninos primarios ofrecen una retención limitada y son un buen ejemplo de ganchos que requieren una atención muy minuciosa y continuada.

molar permanente. El plano guía va unido a un dispositivo de retención fijo o de quita y pon (fig. 11-54). Cuando se utiliza un dispositivo fijo, la zapata distal suele fijarse a una banda y no a una corona de acero inoxidable, de tal manera que se puede sustituir por otro tipo de mantenedor del espacio una vez que erupcione el primer molar permanente. Desgraciadamente, este diseño limita la resistencia del aparato y no permite la reposición funcional del diente ausente. Si faltan el primer y el segundo molar primario hay que utilizar un aparato de quita y pon e incorporar el plano guía a una dentadura parcial, debido a la longitud del espacio edéntulo. Este tipo de aparato permite una cierta función oclusal.

Para que el plano guía resulte eficaz debe prolongarse hasta el proceso alveolar y quedar aproximadamente 1 mm por debajo del borde marginal mesial del primer molar permanente, en el lugar en que emerge del hueso o un poco antes. La mayoría de los niños toleran bien un aparato de este tipo, pero están contraindicados en pacientes con riesgo de endocarditis bacteriana subaguda o inmunodeprimidos, ya que no se ha podido demostrar que se produzca una epitelización completa alrededor de la parte intraalveolar.²⁶ Para asegurarse de que la lámina guiará finalmente el molar permanente es necesario medir y colocar con mucho cuidado. El problema más frecuente es una colocación incorrecta y la pérdida del aparato.

Mantenedores de espacio de arco lingual

El uso de un arco lingual está indicado para mantener el espacio cuando faltan varios dientes posteriores primarios y ya han erupcionado los incisivos permanentes (fig. 11-55, A y B). Un arco lingual convencional, anclado a unas bandas en los segundos molares primarios o los primeros molares permanentes y en contacto con los incisivos superiores o inferiores, impide el

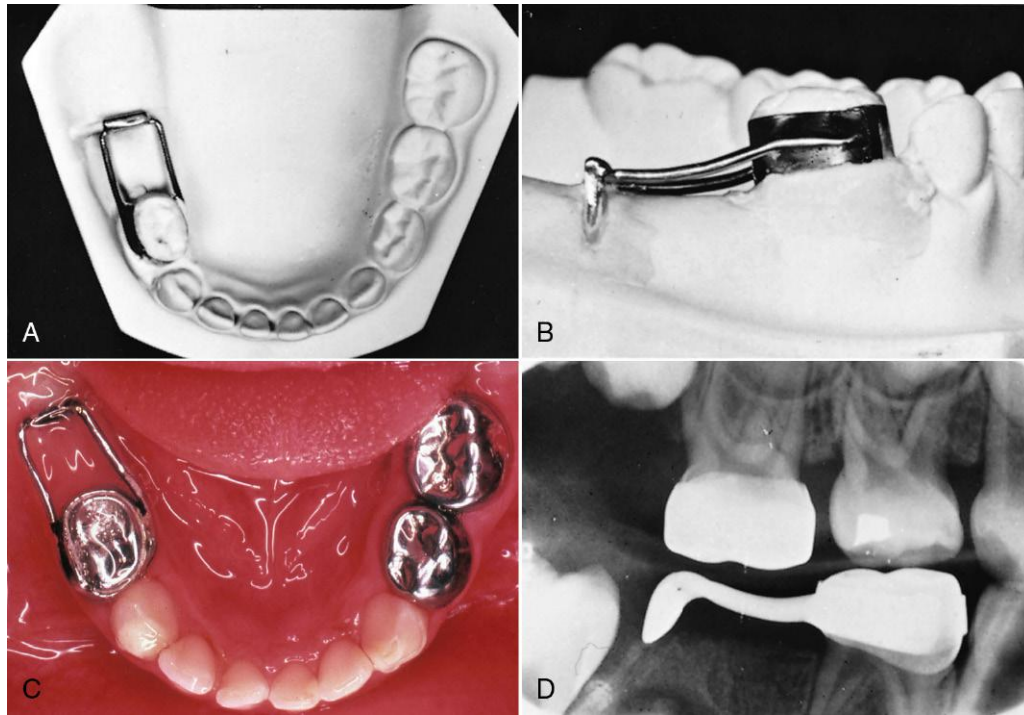


FIGURA 11-54 Está indicado usar un mantenedor de espacio de zapata distal cuando se pierde un segundo molar primario antes de que erupcione el primer molar permanente, y suele colocarse coincidiendo con la extracción del molar primario o inmediatamente después. **A.** El bucle, de alambre de acero inoxidable de 36 mil, y la lámina intraalveolar van soldadas a una banda, de tal manera que es posible retirar todo el aparato y sustituirlo por otro mantenedor de espacio una vez que erupcione el molar permanente. **B.** Hay que moldear el bucle para adaptarlo perfectamente al reborde, ya que este aparato no puede resistir unas fuerzas oclusales excesivas de los dientes oponentes. **C.** Este mantenedor del espacio de zapata distal se colocó al extraer el segundo molar primario. **D.** La lámina debe quedar colocada de manera que sobresalga aproximadamente 1 mm por debajo del borde marginal mesial del diente permanente en erupción, para guiarle durante la misma. Esta posición puede medirse a partir de radiografías obtenidas antes del tratamiento y verificarse mediante una radiografía obtenida durante la prueba del aparato o tras su cementación. Se puede obtener una radiografía oclusal adicional si existe alguna duda acerca de la posición vestibulolingual.

movimiento anterior de los dientes posteriores y el movimiento posterior de los dientes anteriores.

Normalmente, el mantenedor de espacio de arco lingual va soldado a las bandas molares, aunque el odontólogo puede fabricar un aparato de quita y pon. Los arcos linguales de quita y pon (p. ej., aquellos que encajan en anclajes soldados a las bandas) se rompen y se pierden más fácilmente. Independientemente de que sea un aparato de quita y pon, el arco lingual debe apoyarse en el cingulo de los incisivos, a una distancia aproximada de 1-1,5 mm de los tejidos blandos, y debe formar un escalón lingual en la región canina para mantenerse alejado de los molares primarios y los premolares sin erupcionar y no interferir en su erupción (v. fig. 11-55, C). Los arcos linguales deben tener la forma de una arcada ideal, para que los dientes puedan alinearse si disponen de espacio. Ajustar el arco a las irregularidades dentales no es apropiado. Aproximadamente el 25-30% de los aparatos de arco lingual fracasan, debido habitualmente a la pérdida del cemento y a la rotura de las uniones soldadas. Se calcula que su tiempo de supervivencia no supera los 24 meses.²⁷ Se pueden reducir estos problemas proporcionando unas instrucciones muy minuciosas a los pacientes y a sus padres, pero conviene revisar el aparato periódicamente.

Muchos odontólogos no están familiarizados con el uso de los arcos linguales superiores para mantener el espacio, aunque solo están contraindicados en aquellos pacientes en los que debido a la profundidad de la mordida los incisivos inferiores entran en contacto con el arco de alambre en la parte lingual de los incisivos superiores (v. fig. 11-55, D). Cuando la profundidad de la mordida no permite utilizar un diseño convencional, se puede recurrir al arco lingual de Nance (v. fig. 11-55, E) o a un arco transpalatino (v. fig. 11-55, F). El arco de Nance constituye un mantenedor de espacio muy eficaz, aunque puede irritar los tejidos blandos. El arco transpalatino está especialmente indicado cuando uno de los lados de la arcada está intacto y falta más de un diente primario en el otro lado. En estos casos, la rigidez del anclaje en el lado intacto suele proporcionar una estabilidad adecuada para mantener el espacio. Sin embargo, cuando se han perdido los molares primarios en ambos lados, los molares permanentes pueden inclinarse mesialmente a pesar del arco transpalatino, y es preferible utilizar un arco lingual convencional o un arco de Nance.

Incluimos un diagrama de flujo para facilitar las decisiones cuando es necesario mantener el espacio (fig. 11-56).

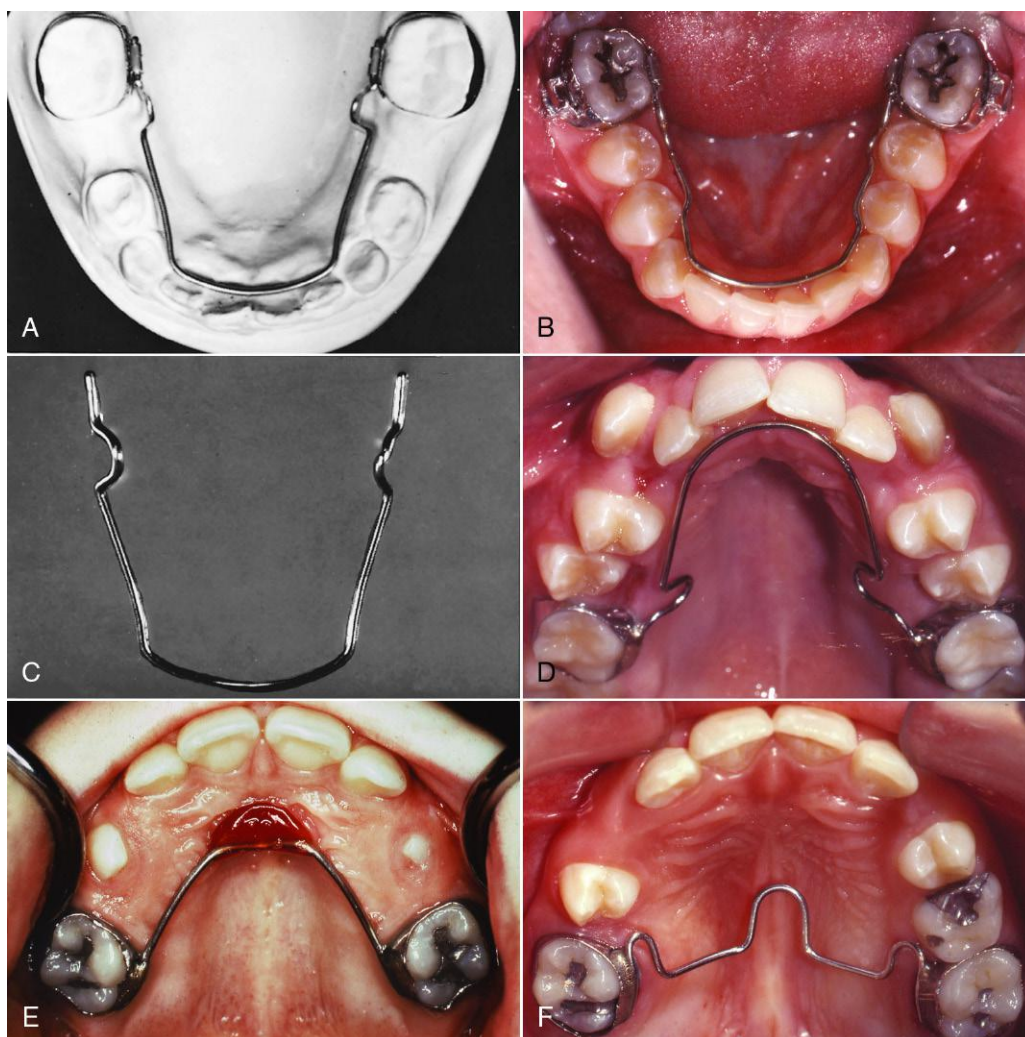


FIGURA 11-55 Un arco de sujeción lingual suele ser la mejor opción para mantener el espacio para los premolares tras la pérdida prematura de los molares primarios cuando los incisivos permanentes ya han erupcionado. **A.** El arco lingual es de alambre de 36 mil y lleva unos bucles de ajuste mesiales a los primeros molares permanentes. **B.** Este arco lingual soldado ha conseguido mantener el espacio para los premolares. **C.** El arco lingual forma un escalón para alejarse de los premolares y no interferir en su erupción, lo que da lugar a un diseño en ojo de cerradura. Además, el alambre queda en todo momento a una distancia de 1,5 mm de los tejidos blandos. **D.** Cuando la sobremordida no es excesiva se utiliza un arco lingual superior o **(E)** si la sobremordida es excesiva está indicado un arco de Nance con un botón acrílico en la bóveda palatina. Es necesario vigilar el botón palatino, ya que puede irritar los tejidos blandos. **F.** El arco transpalatino impide que un molar rote en sentido mesial hacia el espacio de extracción de un molar primario, lo que evita en gran medida su migración mesial. Cuando se utiliza un diseño transpalatino como único sistema para mantener el espacio debe haber varios dientes al menos en uno de los lados de la arcada.

Pérdida localizada de espacio (3 mm o menos): recuperación del espacio

La deriva de los incisivos o molares permanentes tras la extracción prematura de los caninos o molares primarios puede causar problemas potenciales de espacio, que suelen aparecer durante los 6 meses posteriores a la extracción. En ese caso, es necesario recolocar los dientes para recuperar espacios y reducir a cero la discrepancia de espacio, y utilizar después un mantenedor de espacio para evitar más deriva y pérdida de espacio hasta que hayan erupcionado los dientes sucedáneos. Por sí solo, un mantenedor de espacio no representa un tratamiento adecuado para una deficiencia de espacio.

Es posible restablecer hasta 3 mm de espacio en una zona localizada utilizando aparatos relativamente simples y con un pronóstico muy favorable. Una pérdida mayor de espacio supone un problema grave y suele necesitar un tratamiento más extenso para poder conseguir resultados aceptables. En el capítulo 12 se exponen los métodos utilizados para recuperar la pérdida de espacios importantes. El tratamiento necesario para recuperar el espacio durante la dentición mixta (especialmente si se va a requerir una segunda fase de tratamiento en cualquier caso) puede ser más de lo que parece razonable si se analizan los costes/beneficios. En muchos casos, es mejor extraer y cerrar los espacios. A menudo, en estas circunstancias se puede aceptar el

Mantenimiento del espacio posterior: forma de tratamiento

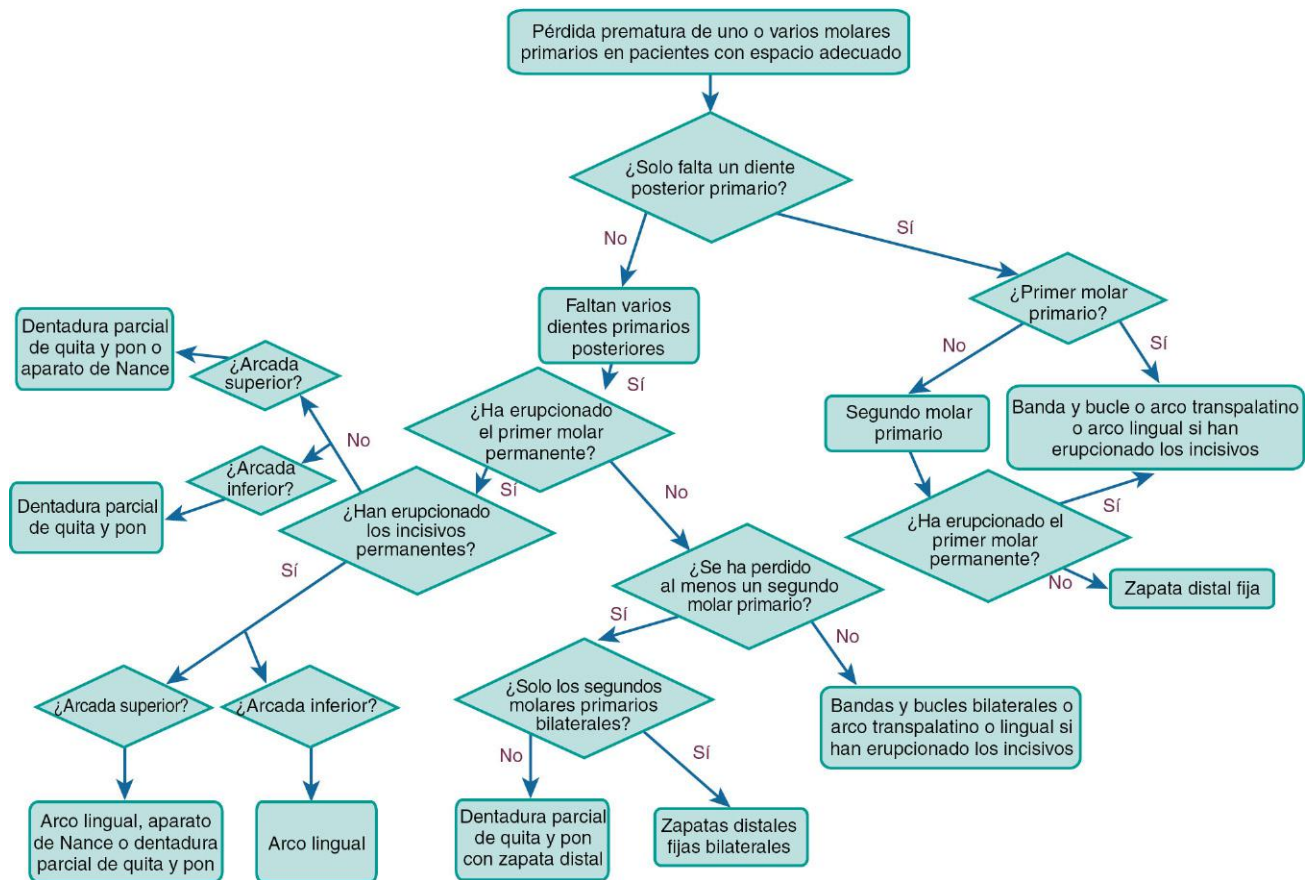


FIGURA 11-56 Se puede usar este diagrama de flujo para tomar una decisión acerca de las posibles opciones para mantener el espacio en las denticiones primaria y mixta.

apiñamiento durante la dentición mixta para poder controlar el cierre definitivo del espacio cuando estén colocados los aparatos fijos completos.

Recuperación de espacio en la arcada superior

Generalmente, es más fácil recuperar espacio en la arcada superior que en la inferior debido a que la bóveda palatina ofrece mejores posibilidades para el anclaje de aparatos de quita y pon, y a la posibilidad de utilizar una fuerza extraoral (casquete). Para recuperar espacio se pueden inclinar distalmente los primeros molares superiores permanentes con un aparato fijo o de quita y pon, pero para el movimiento en bloque se requiere un aparato fijo. Dado que los molares tienden a inclinarse anteriormente y a rotar en sentido mesiolingual, la inclinación distal y la anti-rotación para recuperar 2-3 mm suelen proporcionar resultados satisfactorios.

Resulta muy eficaz un aparato de quita y pon retenido con ganchos de Adams y que incorpore un resorte digital helicoidal junto al diente que se vaya a mover. Este aparato representa el diseño ideal para inclinar distalmente un molar (fig. 11-57). De este modo, se puede distalizar un diente posterior hasta 3 mm

utilizando el aparato a tiempo completo durante 3 o 4 meses. Hay que activar el resorte unos 2 mm para conseguir 1 mm de movimiento cada mes. Generalmente, el molar contrarresta su rotación de manera espontánea al inclinarse distalmente.

Para recuperar espacio unilateral mediante el movimiento en bloque del primer molar permanente es preferible utilizar un aparato fijo. El anclaje proporcionado por los demás dientes puede soportar las fuerzas que genera un muelle en un arco de alambre segmentado, con resultados satisfactorios (fig. 11-58), pero para que resulte eficaz se necesita generalmente el soporte de un arco de Nance modificado.

Independientemente del método que se utilice para recuperar espacio, es necesario colocar un mantenedor de espacio una vez que se haya recuperado el espacio adecuado. Se recomienda utilizar un mantenedor de espacio fijo, en lugar de intentar mantener el espacio con el aparato de quita y pon que se ha utilizado para recuperar dicho espacio, ya que puede deformarse y permitir una pérdida del espacio inadvertida.

La recuperación de una pérdida de espacio localizada bilateral, de cualquier magnitud, resulta más compleja y se analiza en el capítulo 12.

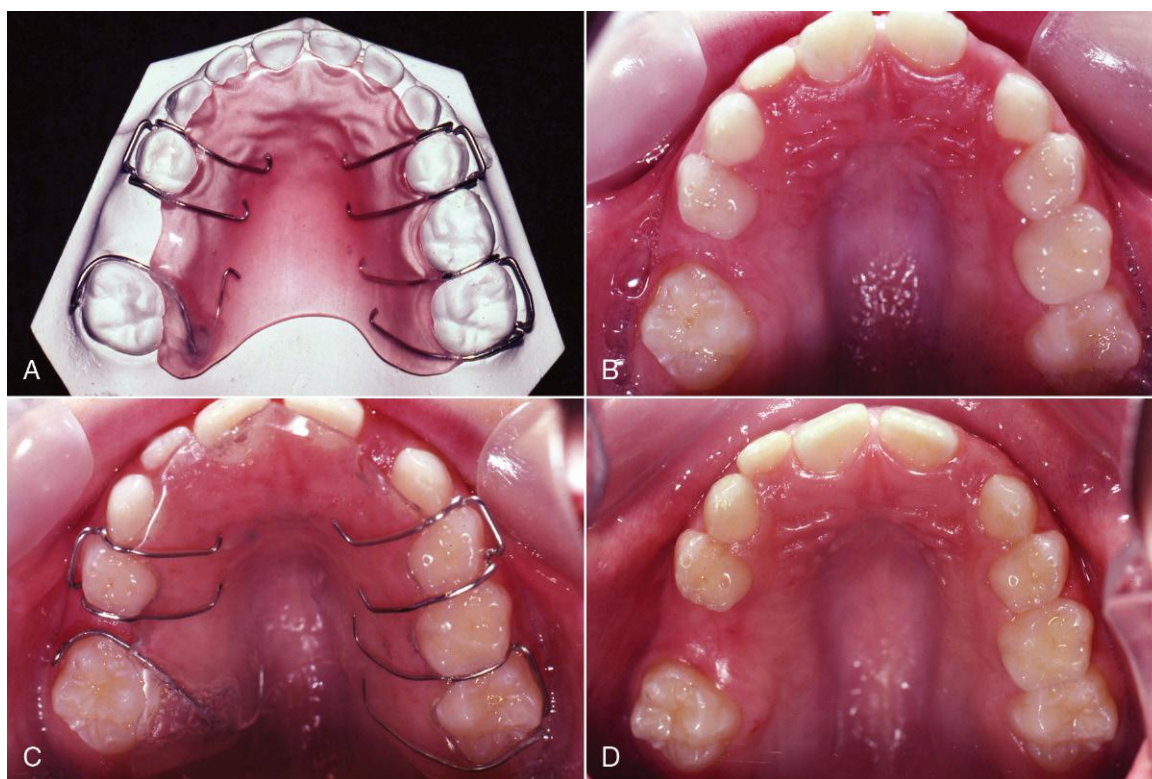


FIGURA 11-57 Se puede usar un aparato de quita y pon con un resorte digital para recuperar espacio inclinando distalmente un primer molar permanente. **A.** El aparato incluye numerosas ganchos de Adams y un resorte helicoidal de 28 mil que se activa 1-2 mm cada mes. **B.** Debido a la pérdida prematura del segundo molar primario, el primer molar permanente ha rotado y derivado mesialmente. **C.** Se puede utilizar este aparato de quita y pon para recuperar hasta 3 mm de espacio. **D.** Después de recuperar el espacio es necesario mantenerlo con un aparato de banda y bucle o un arco lingual si han erupcionado los incisivos permanentes.

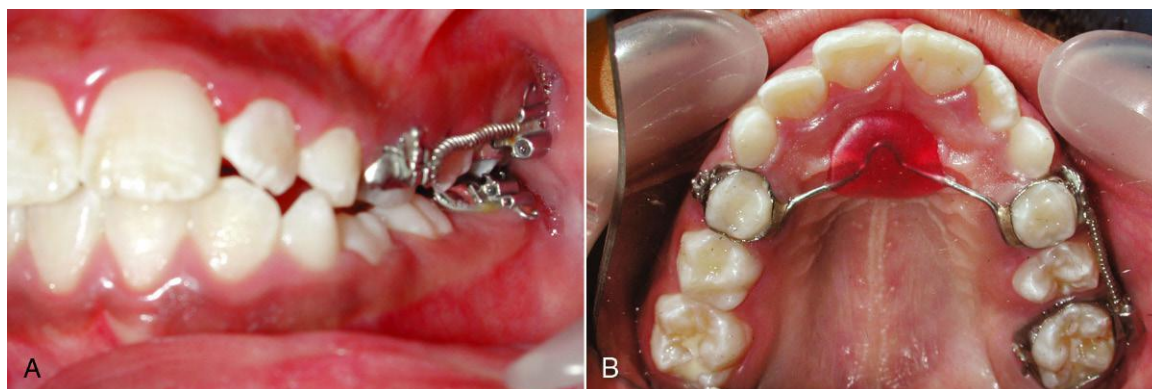


FIGURA 11-58 **A.** También se puede usar un aparato fijo para recuperar espacio en las regiones posteriores del maxilar superior, utilizando un resorte helicoidal para generar la fuerza distalizadora. **B.** Para conseguir anclaje palatino se utilizó un arco de Nance y los dientes ya erupcionados.

Recuperación de espacio en la arcada inferior

Para recuperar cantidades moderadas de espacio en la arcada inferior se pueden usar aparatos de quita y pon igual que en la arcada superior, pero por lo general resultan menos satisfactorios debido a que son más frágiles y propensos a las roturas. Se adaptan peor y carecen del anclaje palatino. A menudo producen irritación tisular, y los pacientes suelen

aceptarlos peor que los aparatos de quita y pon para la arcada superior.

Para recuperar espacio mandibular unilateral es mejor utilizar un aparato fijo. Se puede emplear un arco lingual para soportar el movimiento de los dientes y proporcionar anclaje, combinado con un arco de alambre segmentado y un muelle (fig. 11-59).

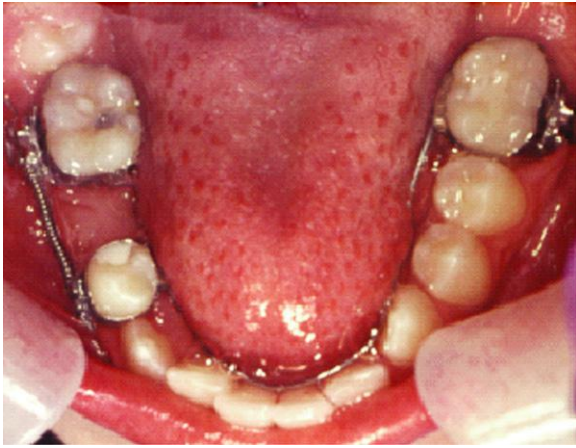


FIGURA 11-59 Mover los molares inferiores en sentido distal, especialmente en un solo lado, resulta bastante complicado y obliga a buscar apoyos en varios dientes. Se pueden obtener buenos resultados utilizando un arco lingual para incorporar el anclaje de los molares permanentes y primarios, así como los incisivos, y aprovechar la fuerza de un resorte espiral en un arco de alambre segmentado.

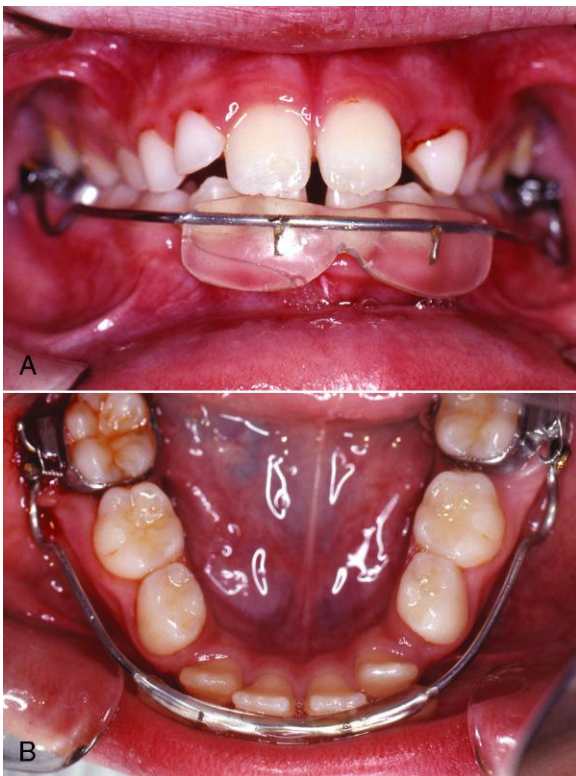


FIGURA 11-60 **A.** En ocasiones se utiliza un parachoques labial, formado por un arco de alambre de 36 mil y una almohadilla acrílica, que encaja en unos tubos sobre los primeros molares permanentes, para incrementar la longitud de la arcada. Este efecto se consigue gracias a que el aparato distiende el labio inferior y transmite la fuerza para hacer retroceder los molares. El aparato altera también el equilibrio entre el labio y la lengua y permite que los dientes anteriores se desplacen en sentido vestibular. Esto da lugar a unos cambios prácticamente iguales en molares e incisivos. Este aparato puede utilizarse para recuperar espacios pequeños o para expandir moderadamente la arcada dental. **B.** El parachoques labial se liga en su sitio para que permanezca en la posición correcta durante el tratamiento y para mejorar el seguimiento del mismo. Periódicamente, hay que adelantarlo 2 mm en sentido vestibular a los incisivos para que estos puedan migrar en esa dirección.

Si se ha perdido espacio en ambos lados a causa de la inclinación lingual de los incisivos, existen dos opciones además de las bandas y los brackets: un parachoques labial o un arco lingual ajustable. El parachoques labial (un aparato labial anclado a unos tubos en los molares, fig. 11-60) se basa en la idea de que el aparato hace presión sobre el labio, lo que genera una fuerza distal que inclina los molares en sentido posterior sin afectar a los incisivos. Aunque cuando se utiliza un parachoques labial se puede observar algún desplazamiento posterior de los molares, este aparato modifica también el equilibrio de fuerzas sobre los incisivos, contrarrestando cualquier restricción que pueda producir el labio sobre estos dientes. El resultado conseguido es un avance de los incisivos.²⁸ Dependiendo del parachoques labial que se utilice y de su manipulación clínica, también se puede conseguir un ensanchamiento transversal.

Cuando un arco lingual activo contrapone el movimiento posterior de ambos molares contra el anclaje ofrecido por los incisivos, cabe esperar un avance significativo de estos últimos (fig. 11-61). Para lograr la expansión se pueden abrir ligeramente los bucles mesiales a los molares embandados. Es necesario activar el aparato poco a poco, ya que el alambre es grande y puede

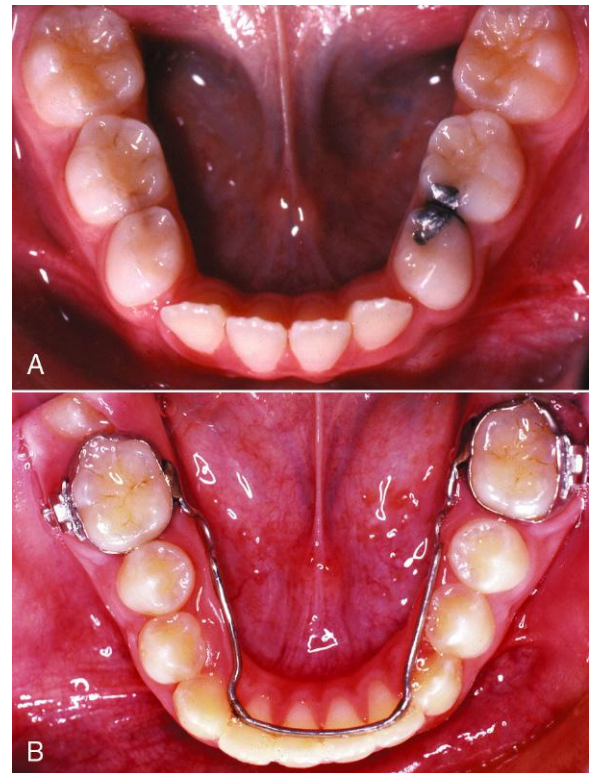


FIGURA 11-61 **A.** Se puede recuperar algo de espacio o expandir moderadamente la arcada inferior utilizando un arco lingual cuando los incisivos están bien alineados y poco separados, como en este paciente que necesita algo más de longitud en la arcada para poder acomodar los premolares y caninos que no han erupcionado todavía. **B.** Una vez colocado y activado el arco lingual, queda en una posición alta en la superficie lingual de los incisivos y debe ejercer una fuerza de inclinación descendente. Dos o tres activaciones de 1-1,5 mm a intervalos de 4-6 semanas bastarán para conseguir el movimiento deseado.

generar fuerzas muy intensas. Posteriormente, este aparato se puede utilizar como un retenedor pasivo o se puede sustituir por un arco lingual soldado.

En conjunto, un arco lingual activo y un parachoques labial tienen unos efectos muy parecidos. Un arco lingual puede dejarse colocado a modo de mantenedor del espacio después de haber recuperado espacio. Un parachoques labial no mantiene bien el espacio y debe sustituirse por un arco lingual cuando se necesita mantener a largo plazo el espacio recuperado.

La distalización molar bilateral para recuperar espacio o el desplazamiento de la línea media mandibular para solucionar una pérdida asimétrica representan problemas más complejos y se abordan en el capítulo 12.

Apiñamiento leve-moderado de los incisivos con espacio suficiente

Incisivos irregulares, mínima discrepancia de espacio

En algunos niños, el análisis del espacio demuestra que en última instancia se dispondrá de espacio suficiente para todos los dientes permanentes, pero unos incisivos permanentes relativamente grandes y la realidad clínica de la «responsabilidad de los incisivos» (v. capítulo 4) pueden causar un apiñamiento pasajero de los incisivos permanentes. Este apiñamiento suele manifestarse como un ligero desplazamiento vestibulolingual o rotación de algunos dientes anteriores.

Estudios realizados en niños con una oclusión normal indican que cuando pasan de la dentición primaria a la mixta pueden desaparecer hasta 2 mm de apiñamiento de los incisivos de manera espontánea sin necesidad de tratamiento. Por este motivo, y como norma general, no se necesita ningún tratamiento cuando se observa un apiñamiento leve de los incisivos durante la dentición mixta. Probablemente no solo no está justificada la corrección de este apiñamiento limitado, sino que además no hay pruebas que demuestren que la estabilidad a largo plazo será mayor si el niño se somete a tratamiento precoz para mejorar la alineación. La única razón para el tratamiento es una mejora pasajera del aspecto estético.

Si debido a una preocupación excesiva de los padres, un apiñamiento leve o moderado se convierte en un problema, se puede considerar la posibilidad de rebajar las superficies de esmalte interproximal de los demás caninos *primarios* y primeros molares *primarios* (fig. 11-62) cuando erupcionen los dientes anteriores. Esto puede servir para las discrepancias vestibulolinguales, pero no para las rotaciones. Con este método se pueden ganar hasta 3-4 mm de espacio anterior, pero los dientes pueden alinearse en una posición más lingual e incluso agravar el problema de espacio. Recuerde que en esta etapa de la dentición de transición nunca se debe intentar rebajar o desgastar la zona interproximal (*stripping*) de los dientes *permanentes*. Esto podría dar lugar a una discrepancia en el tamaño de los dientes que sería difícil de resolver más adelante. Nunca se debe intentar rebajar un diente permanente hasta que hayan erupcionado todos los dientes permanentes y se puedan evaluar las relaciones de tamaño entre ambas arcadas.

Para corregir la rotación de los incisivos como consecuencia de este apiñamiento provisional se necesita espacio y movimiento controlado para alinearlos y contrarrestar dicha rotación, utilizando un arco de alambre y anclajes cementados en los incisivos. No es muy frecuente que un niño que necesite este tipo de tratamiento durante la dentición mixta no necesite tratamiento adicional una vez que hayan erupcionado todos sus dientes permanentes, por lo que normalmente no está indicado un tratamiento precoz muy extenso.

Deficiencia de espacio debida fundamentalmente al margen necesario para la deriva molar: gestión del espacio

En algunos niños se observa un apiñamiento pasajero más marcado cuando erupcionan los incisivos. El análisis del espacio demuestra en muchos casos que el espacio disponible es adecuado o casi adecuado. Un componente importante de la deficiencia prevista es el margen necesario para el movimiento mesial de los primeros molares permanentes a una relación de clase I cuando se pierden los segundos molares *primarios*. En estos casos, si se pudiera prevenir la pérdida de espacio de deriva, apenas se produciría deficiencia de espacio. Gianelly comprobó

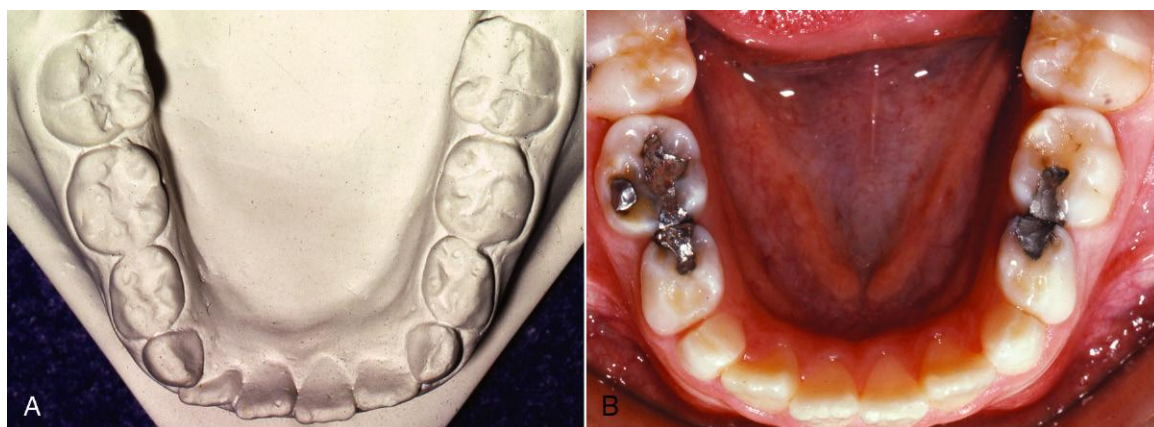


FIGURA 11-62 Cuando se observa un apiñamiento temporal limitado se pueden rebajar con discos diferentes superficies de los dientes *primarios*, especialmente de los caninos *primarios*. **A.** En este modelo previo al tratamiento se aprecia un ligerísimo apiñamiento anterior. **B.** Al rebajar las superficies mesial y distal de los caninos *primarios* se permitió que se produjera una alineación espontánea sin necesidad de ningún aparato.

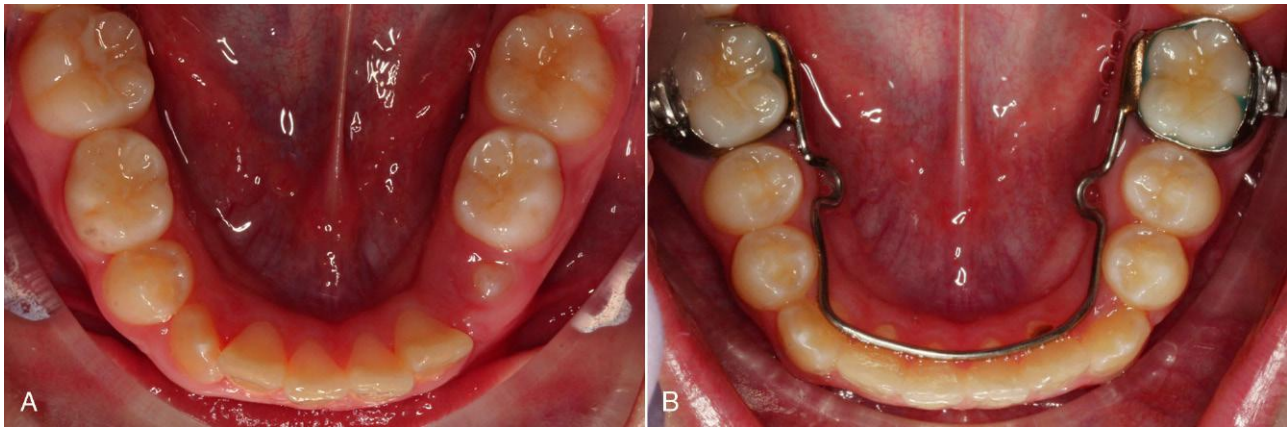


FIGURA 11-63 Un arco lingual combinado con la extracción o la exfoliación del diente primario puede ser una buena forma de aprovechar el espacio de deriva y reducir el apiñamiento. **A.** Los segundos molares primarios permanecen en su sitio, y se observa un ligero apiñamiento anterior que entra dentro de los márgenes del espacio de deriva. **B.** Después de colocar el arco lingual para aprovechar el espacio de deriva, los segundos premolares erupcionaron y la alineación de los incisivos y los caninos mejoró de forma espontánea.

en pacientes que acudían a tratamiento a la Universidad de Boston que el 75% tenía aproximadamente espacio suficiente para alinear los dientes si se podía evitar la deriva molar.²⁹ Podemos considerar estos casos desde dos perspectivas diferentes: 1) el tratamiento precoz tiene muy pocos efectos beneficiosos a menos que exista un problema estético importante y, por consiguiente, apenas existen razones para intervenir, o 2) este grupo no necesita mucho tratamiento, este debe ser relativamente fácil de realizar, y siempre existe la posibilidad de que si se opta por el tratamiento precoz puede que no se necesite tratamiento más adelante.

En lugar de iniciar el tratamiento durante la dentición mixta precoz, actualmente se recomienda que el tratamiento de los niños con apiñamiento moderado, pero sin apenas discrepancias de espacio, comience con un arco lingual durante la dentición mixta tardía, justo antes de que se exfolien los segundos molares primarios. Simplemente habría que tolerar el apiñamiento pasajero de los incisivos hasta ese momento, de acuerdo con la teoría de que se podría corregir junto con el resto del apiñamiento de la arcada cuando se pudiera disponer del espacio ocupado por los segundos molares primarios (de gran tamaño). En estos casos se considera que no resulta rentable iniciar antes el tratamiento global, ya que requiere más tiempo por parte del odontólogo y del paciente y no produce mejores resultados a largo plazo.

No obstante, existe una indicación importante para iniciar el tratamiento antes en algunos de estos pacientes que disponen de un espacio total adecuado, pero presentan diferentes grados de apiñamiento pasajero: la pérdida prematura de un canino primario al erupcionar los incisivos laterales. La pérdida de ambos caninos primarios suele ser indicio de un apiñamiento más acusado y una deficiencia global de longitud en la arcada que puede necesitar un tratamiento diferente, como explicamos a continuación. Cuando se pierde un canino primario, se puede colocar un arco lingual para mantener la asimetría de la arcada y las relaciones de la línea media, y evitar además un desplazamiento distal de los incisivos que reduzca la longitud de la arcada (fig. 11-63).³⁰ El arco lingual debe permanecer colocado hasta que erupcionen los segundos premolares, de manera que se pueda posponer el comienzo del tratamiento global. Además,



FIGURA 11-64 Se pueden rebajar con discos los dientes posteriores primarios y mantener al mismo tiempo el espacio para aprovechar el espacio de deriva y toda la longitud disponible en la arcada. Obsérvese que hay que rebajar perpendicularmente al plano oclusal para reducir la altura del contorno del diente. No sirven de nada los cortes convergentes en sentido oclusal que no reducen la anchura mesiodistal del diente.

hay pruebas de que con este método para gestionar el espacio disponible se consigue mejor retención posterior y mayor estabilidad a largo plazo.³¹

Si no se produce una pérdida prematura de dientes primarios, la principal razón para intervenir precozmente en un niño con apiñamiento pasajero es el problema estético causado por el apiñamiento visible. Si los padres insisten en hacer algo lo antes posible, se puede combinar la extracción prematura de los caninos primarios y una reducción de la anchura de los molares primarios para conseguir espacio y permitir la erupción y alineación de los incisivos y caninos permanentes. Esto se puede realizar en una parte más posterior de la arcada rebajando el segundo molar primario para permitir la erupción de los primeros premolares (fig. 11-64). El tratamiento ortodóncico

mínimo consiste en un arco lingual que soporte los incisivos y controle la posición de los molares y el perímetro de la arcada, impidiendo cualquier posible deriva mesial. Si es necesario, se puede activar ligeramente el arco lingual para que incline los molares en sentido distal y los incisivos en sentido vestibular, con el objeto de incrementar ligeramente la longitud de la arcada (v. fig. 11-61). También se puede utilizar un parachoques labial en la arcada inferior para mantener la posición de los molares o quizás para inclinarlos ligeramente en sentido distal, anulando al mismo tiempo la presión labial y permitiendo el desplazamiento vestibular de los incisivos.

A menudo, cuando se crea espacio de este modo, los incisivos se alinean espontáneamente si la irregularidad se debe a una inclinación vestibulolingual, pero las rotaciones no suelen resolverse tan fácilmente. La excepción son los niños que tienen el segmento de los incisivos rectos, sin curvatura en la parte anterior de la arcada. En estos niños, la extracción de los caninos primarios suele favorecer la separación de los incisivos o el mantenimiento de prácticamente la misma forma de la arcada. La alineación no mejora ni siquiera cuando se dispone de espacio y se coloca un arco lingual que actúe como plantilla para la posición de los dientes (fig. 11-65). Para corregir las rotaciones

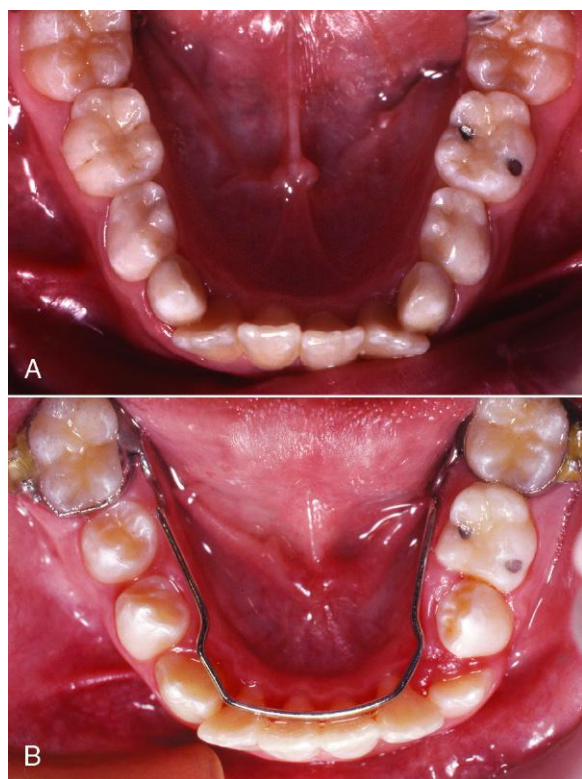


FIGURA 11-65 Apiñamiento anterior combinado con un segmento incisivo anterior recto. **A y B.** Los segmentos incisivos rectos con unos incisivos laterales que se solapan sobre la parte mesial del canino primario no suelen alinearse siguiendo la forma ideal de la arcada cuando se extraen los caninos primarios, ni siquiera cuando se utiliza un arco lingual.

de los incisivos o la irregularidad residual en la posición de los mismos se necesita un aparato fijo, con un arco de alambre y anclajes cementados en los incisivos. Normalmente, lo mejor es aceptar un cierto apiñamiento de los incisivos y posponer el tratamiento tanto como sea posible (para cuando los premolares estén erupcionando).

Como los molares no han podido avanzar hacia el espacio de deriva al gestionar el espacio disponible, a menudo permanecen en la relación de extremo con extremo que es normal antes de la erupción de los premolares, en lugar de moverse a una relación de clase I. Por este motivo, el tratamiento debe incluir también entre sus objetivos la corrección de la relación molar. Lo mejor es hacerlo durante la segunda fase del tratamiento, cuando se dispone de un aparato fijo completo. En el capítulo 15 se describen detalladamente las técnicas utilizadas para corregir los molares.

Apiñamiento moderado y generalizado

Cabe prever que un niño con una discrepancia generalizada de 2-4 mm en la longitud de la arcada y que no haya perdido prematuramente ningún diente primario tendrá unos incisivos moderadamente apiñados. Esto se observa aproximadamente en el 25% de los individuos de todos los grupos étnicos norteamericanos (v. fig. 1-13). Si los incisivos no protruyen demasiado, el plan de tratamiento a largo plazo puede consistir en una expansión generalizada de la arcada para alinear los dientes. La principal ventaja de este tratamiento durante la dentición mixta es el resultado estético, y el efecto beneficioso es fundamentalmente para los padres, no para el niño.

Si los padres desean encarecidamente un tratamiento precoz para el apiñamiento moderado, el aparato de elección para la arcada inferior es un arco lingual ajustable para conseguir la expansión simplemente inclinando los dientes. En el maxilar superior se puede utilizar un aparato fijo o de quita y pon (fig. 11-66). Hay que tener en cuenta que los incisivos rotados no suelen corregirse espontáneamente aunque dispongan de espacio, de manera que la corrección precoz obligaría a utilizar anclajes cementados en estos dientes.

Desplazamientos de otros dientes

Incisivos superiores separados y vestibulizados

En los niños con los incisivos superiores separados y vestibulizados que tienen unas relaciones molares de clase I y unas proporciones faciales aceptables, el análisis debe demostrar que el espacio disponible es excesivo, y no insuficiente. Esta alteración suele observarse durante la dentición mixta tras la succión prolongada del pulgar y frecuentemente se acompaña de algún estrechamiento de la arcada superior. Antes de intentar retraer los incisivos hay que eliminar el hábito de chuparse el pulgar o los dedos. Para conseguir una adaptación fisiológica al espacio existente entre los dientes anteriores hay que colocar la lengua en esta zona para que selle el hueco y el niño pueda deglutir y hablar. Este «empuje lingual» no es la causa de la protrusión ni de la mordida abierta y no debe ser

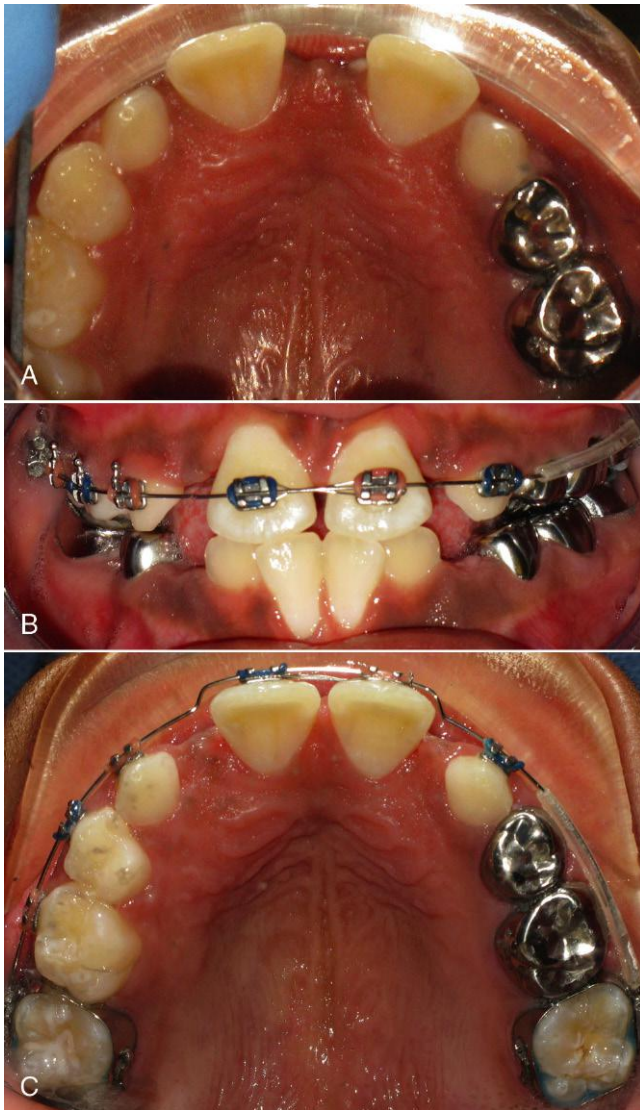


FIGURA 11-66 Durante la dentición mixta se pueden usar aparatos limitados en la arcada superior para alinear los dientes y distribuir el espacio. **A.** A este paciente no le habían erupcionado los incisivos laterales superiores a causa del extenso diastema de la línea media. **B y C.** Se alinearon los dientes y se cerró el diastema. Obsérvese el tubo que protege el labio del paciente contra la extensión de alambre continuo en el lado izquierdo del paciente.

nunca el objetivo del tratamiento. Si se retraen los dientes, el empuje lingual cesa debido a que la lengua se adapta a la nueva morfología.

Si los incisivos superiores están vestibulizados y no contactan con los inferiores, se puede utilizar un aparato de quita y pon para retraer bastante bien los incisivos superiores protruyentes. Para conseguirlo puede servir un aparato de tipo Hawley con ganchos múltiples y un arco labial (fig. 11-67). Por supuesto, el paciente

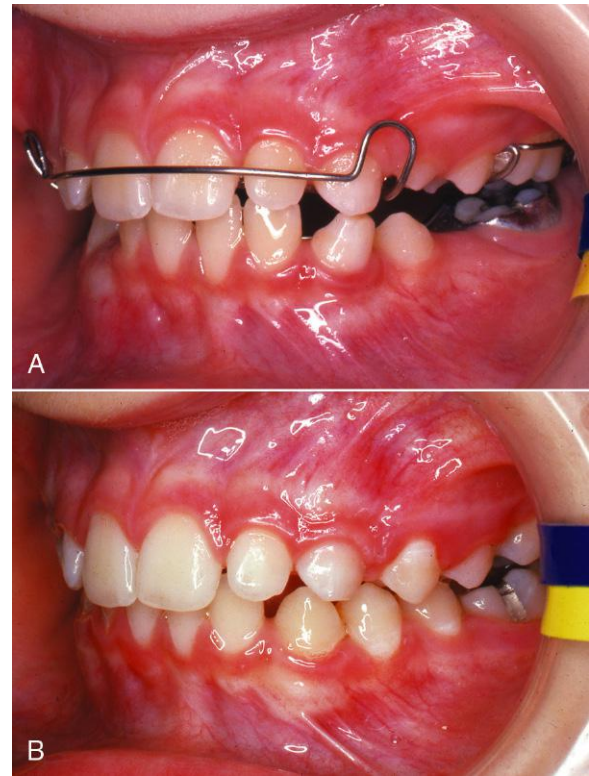


FIGURA 11-67 Durante la dentición mixta se puede utilizar un aparato de quita y pon para retraer los dientes anteriores separados y protruidos. **A.** Se activa el arco labial 1,5-2 mm para conseguir aproximadamente 1 mm de retracción al mes cuando los dientes anteriores de la arcada superior se inclinan lingualmente. En cada revisión hay que ajustar el arco labial y rebajar el acrílico lingual para dejar espacio con el fin de que se muevan los dientes. **B.** Oclusión prácticamente normal en la fase de dentición mixta tardía.

debe cooperar y utilizar el aparato, que debe tener una retención adecuada y un arco labial flexible (de alambre de 28 mil). Se puede mejorar su flexibilidad incorporando algunos bucles al arco. Durante el tratamiento, hay que ajustar el aparato unos 2 mm mensuales para conseguir 1 mm de inclinación lingual de los incisivos y para cerrar los espacios. Es necesario suprimir el plástico que cubre el paladar lingual a los incisivos para dejar espacio para el movimiento posterior de los dientes y la encía. Una vez cerrado el espacio, hay que retener los dientes con un retenedor cementado lingual o con el aparato de quita y pon existente.

Por otra parte, si existe una sobremordida profunda no es posible retraer los incisivos superiores protruyentes hasta que se haya corregido aquella. Los incisivos inferiores muerden contra la superficie lingual de los superiores e impiden que los dientes superiores se desplacen lingualmente. Incluso si las relaciones intermaxilares anteroposteriores son de clase I puede existir un



FIGURA 11-68 La fase de «patito feo» del desarrollo dental. **A.** La separación y la posición radicular mesial de los incisivos superiores se deben a la posición de los caninos permanentes sin erupcionar. **B.** En esta radiografía panorámica se aprecia que los caninos están erupcionando y se encuentran cerca de las raíces de los incisivos laterales. Los espacios entre los incisivos (incluido el diastema de la línea media) disminuyen y en muchos casos desaparecen completamente cuando erupcionan los caninos.

problema vertical esquelético, y es probable que se necesite un tratamiento más complejo.

Los dientes que están vestibulizados y rotados o que requieren un movimiento en bloque durante la retracción son más difíciles de mover y de controlar. Este es un problema complejo que se analiza en el capítulo 12.

Diastema de la línea media superior

Un diastema pequeño en la línea media de la arcada superior (presente en muchos niños) no constituye necesariamente una indicación para el tratamiento ortodóncico. A menudo, los caninos permanentes sin erupcionar ocupan una posición superior y distal a las raíces de los incisivos laterales, lo que empuja las raíces de los incisivos laterales y centrales hacia la línea media mientras que sus coronas divergen distalmente (fig. 11-68). En

su forma más exagerada, esta vestibulización y separación de los incisivos recibe el nombre de fase de «patito feo» del desarrollo (v. capítulo 4). Estos espacios suelen cerrarse espontáneamente, o cuando menos disminuir de tamaño, cuando erupcionan los caninos y cambian las posiciones de la raíz y la corona de los incisivos; la prevalencia de los diastemas de la línea media desciende del 25% en la dentición mixta precoz hasta el 7% a los 12-17 años de edad.¹ Hasta que erupcionan los caninos permanentes es difícil determinar si el diastema se cerrará completamente o solo en parte.

Los diastemas pequeños pero antiestéticos (de 2 mm o menos) pueden cerrarse durante la dentición mixta precoz inclinando ambos incisivos centrales al mismo tiempo. Para completar este tipo de tratamiento se puede emplear un aparato superior de quita y pon con ganchos, resortes digitales y posiblemente un arco anterior



FIGURA 11-69 A. Para cerrar un diastema de la línea media se puede utilizar un aparato de quita y pon y resortes digitales para inclinar los dientes en sentido mesial. B. Se activan los resortes digitales helicoidales de 28 mil para juntar los incisivos. C. Para mantener la posición definitiva se puede emplear el mismo aparato.

(fig. 11-69). En ningún caso debe colocarse un elástico sin soporte alrededor de los incisivos centrales; hay muchas probabilidades de que se deslice apicalmente y destruya la inserción periodontal. El elástico puede ser una forma muy eficaz de extraer los dientes.

Cuando existe un diastema más amplio (>2 mm), debemos pensar siempre en la posibilidad de un diente supernumerario o una lesión intraósea en la línea media (fig. 11-70). En estos casos no suele observarse un cierre espontáneo y completo. Los diastemas de estas dimensiones son desproporcionadamente frecuentes en la población afroamericana. Dependiendo de las radiografías disponibles, puede servir cualquiera de estas imágenes: una radiografía panorámica, una radiografía oclusal de la arcada superior o una TCHC anterior de la arcada superior con un campo de visión reducido. La ausencia de los incisivos laterales permanentes puede dar también lugar a una gran separación entre los incisivos centrales

debido a que los incisivos centrales permanentes suelen desplazarse distalmente hacia el espacio disponible. Algunos hábitos de succión de los dedos pueden causar diastemas y separación de los dientes.

Independientemente de su etiología, un diastema de más de 2 mm no suele cerrarse espontáneamente.³²

Para tratar este tipo de alteraciones suele realizarse un movimiento del bloque de los dientes, tal como se describe en el capítulo 12.

En ocasiones, se atribuye la separación entre los incisivos centrales al tejido blando de la inserción del frenillo en la línea media, pero es difícil estar seguro de que sea así. Normalmente, conviene proceder al movimiento dental y determinar si hay problemas de retención adicionales. Si es así, se puede considerar la posibilidad de practicar una frenectomía si hay demasiado tejido acumulado en la línea media. Se debe evitar una frenectomía precoz.

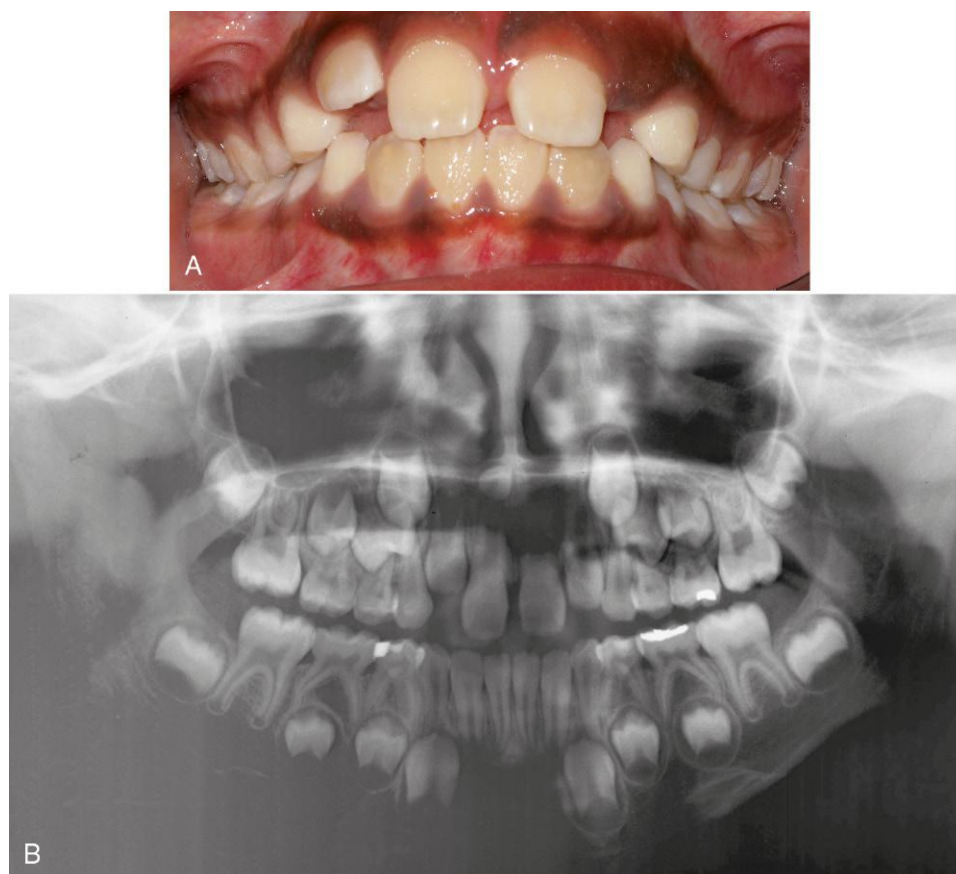


FIGURA 11-70 En la fase de dentición mixta es necesario investigar los diastemas de un tamaño considerable para determinar si se deben a un diente supernumerario, a alguna patología o a la ausencia de los incisivos laterales permanentes. En este caso existe por lo menos un incisivo lateral junto al diastema (**A**), pero en la radiografía acompañante (**B**) se identifica la presencia de un diente supernumerario en la línea media. Evidentemente, la respuesta al tratamiento difiere dependiendo de la causa.

Bibliografía

1. Brunelle JA, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-91. *J Dent Res* 75: 706-713, 1996.
2. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod* 97:10-19, 1990.
3. Harrison JE, Ashby D. Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database of System Rev* 1: Art. No.: CD000979. DOI: 10.1002/14651858.CD000979, 2001.
4. Godoy F, Godoy-Bezerra J, Rosenblatt A. Treatment of posterior crossbite comparing 2 appliances: a community-based trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 139:e45-e52, 2011.
5. Petré S, Bjerklin K, Bondemark L. Stability of unilateral posterior crossbite correction in the mixed dentition: a randomized clinical trial with a 3-year follow-up. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 139:e73-e81, 2011.
6. Ngan P, Hu AM, Fields HW. Treatment of Class III problems begins with differential diagnosis of anterior crossbites. *Pediatr Dent* 19:386-395, 1997.
7. Ngan P, Fields H. Open bite: a review of etiology and management. *Pediatr Dent* 19:91-98, 1997.
8. Melink S, Vagner MV, Hocevar-Boltezar I, et al. Posterior crossbite in the deciduous dentition period: its relation with sucking habits, irregular orofacial functions, and otolaryngological findings. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:32-40, 2010.
9. Scavone Jr H, Guimarães Jr CH, Ferreira RI, et al. Association between breastfeeding duration and non-nutritive sucking habits. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:54-58, 2010.
10. Duncan K, McNamara C, Ireland AJ, et al. Sucking habits in childhood and the effects on the primary dentition: findings of the Avon Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood. *Int J Paediatr Dent* 18:178-188, 2006.

11. Warren JJ, Slayton RL, Bishara SE, et al. Effects of nonnutritive sucking habits on occlusal characteristics in the mixed dentition. *Pediatr Dent* 27:445-450, 2005.
12. Haryett R, Hansen R, Davidson P, et al. Chronic thumbsucking: the psychological effects and the relative effectiveness of the various methods of treatment. *Am J Orthod* 53:559-585, 1967.
13. Villa NL, Cisneros GJ. Changes in the dentition secondary to palatal crib therapy in digit-suckers. *Pediatric Dent* 19:323-326, 1997.
14. Kennedy DB, Turley PK. The clinical management of ectopically erupting first permanent molars. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 92:336-345, 1987.
15. Aydin U, Yilmaz HH, Yildirim D. Incidence of canine impaction and transmigration in a patient population. *Dentomaxillofac Radiol* 33:164-169, 2004.
16. Naoumova J, Kurol J, Kjellbert H. A systematic review of the interceptive treatment of palatally displaced maxillary canines. *Eur J Orthod* 33:143-149, 2011.
17. Garib DG, Alencar BM, Lauris JR, et al. Agenesis of maxillary lateral incisors and associated dental anomalies. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:732:e1-e6, 2010.
18. Cernochova P, Krupa P, Izakovicova-Holla LA. Root resorption associated with ectopically erupting maxillary permanent canines: a computed tomography study. *Eur J Orthod* 33:483-491, 2011.
19. Botticelli S, Verna C, Cattaneo PM, et al. Two- versus three-dimensional imaging in subjects with unerupted maxillary canines. *Eur J Orthod* 33:344-349, 2011.
20. Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, et al. Comparison of two cone-beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. *Eur J Orthod* 33:93-102, 2011.
21. Ericson S, Kurol J. Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *Eur J Orthod* 10:283-295, 1988.
22. Kurol J, Thilander B. Infraocclusion of primary molars with aplasia of the permanent successor: A longitudinal study. *Angle Orthod* 54:283-294, 1984.
23. Moyers RE. *Handbook of Orthodontics*. 3rd ed. Chicago: Mosby; 1973.
24. Tanaka MM, Johnston LE. The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population. *J Am Dent Assn* 88:798-801, 1974.
25. Sasa IS, Hasan AA, Qudeimat MA. Longevity of band and loop space maintainers using glass ionomer cement: a prospective study. *Eur Arch Paediatr Dent* 10:6-10, 2009.
26. Mayhew M, Dilley G, Dilley D, et al. Tissue response to intralingival appliances in monkeys. *Pediatr Dent* 6:148-152, 1984.
27. Moore TR, Kennedy DB. Bilateral space maintainers: a 7-year retrospective study from private practice. *Pediatr Dent* 28:499-505, 2006.
28. Hashish DI, Mostafa YA. Effect of lip bumpers on mandibular arch dimensions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:106-109, 2009.
29. Gianelly AA. Crowding: timing of treatment. *Angle Orthod* 64:415-418, 1994.
30. Brennan M, Gianelly AA. The use of the lingual arch in the mixed dentition to resolve crowding. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 117:81-85, 2000.
31. Little RM. Stability and relapse: early treatment of arch length deficiency. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 121(6):578-581, 2002.
32. Huang WJ, Creath CJ. The midline diastema: a review of its etiology and treatment. *Pediatr Dent* 17:171-179, 1995.

CAPÍTULO

12

PROBLEMAS NO ESQUELÉTICOS COMPLEJOS EN NIÑOS PREADOLESCENTES: TRATAMIENTO PREVENTIVO Y DE INTERCEPCIÓN

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

PROBLEMAS DE ERUPCIÓN

- Transposición
- Fracaso primario de la erupción
- Consecuencias de la radioterapia y los bisfosfonatos

DESPLAZAMIENTO TRAUMÁTICO DE LOS DIENTES

PROBLEMAS DE ESPACIO

- Exceso de espacio

APIÑAMIENTO LOCALIZADO MODERADO Y GRAVE APIÑAMIENTO GENERALIZADO MODERADO Y GRAVE

- Expansión o extracción como tratamiento en la dentición mixta
- Expansión para tratar el apiñamiento en la dentición mixta precoz
- Expansión para tratar el apiñamiento en la dentición mixta tardía: distalización de los molares
- Extracción prematura (seriada)
- Apiñamiento en el límite: ¿qué hacer?

Los problemas que analizamos en este capítulo plantean más dificultades que los que describíamos en el capítulo 11. Aun cuando pertenecen a una categoría muy similar, su diagnóstico y tratamiento requieren más pericia en la mayoría los casos, especialmente a la hora de adoptar los medios mecánicos para poder colocar correctamente los dientes y las raíces y controlar los efectos recíprocos (anclaje) de las fuerzas utilizadas para conseguir movimientos dentales más complicados. El odontólogo

general tendrá que ser muy selectivo y adecuar los problemas de tratamiento a sus posibilidades.

PROBLEMAS DE ERUPCIÓN

Transposición

La transposición es una alteración infrecuente que consiste en un intercambio de posiciones entre dos dientes contiguos. Tiene una prevalencia aproximada del 0,3% y es igualmente frecuente en hombres y mujeres.¹ Aparentemente, este problema tiene un componente genético.²

En los años de la dentición mixta precoz puede producirse una transposición cuando la erupción en dirección distal del incisivo lateral inferior permanente provoca la pérdida del canino y el primer molar inferiores primarios (fig. 12-1). Si no se trata, esto puede dar lugar a una verdadera transposición del incisivo lateral y el canino permanentes.³ El tratamiento interceptivo consiste en recolocar mesialmente el incisivo lateral (v. fig. 12-1, C), eliminando así la posibilidad de una transposición completa con el canino. Para conseguirlo hay que cementar el diente o acceder quirúrgicamente y traccionar del mismo para devolverlo a su posición natural. Además de un aparato fijo labial, suele necesitarse un arco lingual para conseguir mayor anclaje. Este tipo de intervención precoz tiene la ventaja de que en la mayoría de los casos basta inclinar el diente para recolocarlo. Si se demora el tratamiento, habrá que mover en bloque el diente erupcionado. Una consecuencia desfavorable de esta recolocación precoz consiste en la posible reabsorción de la raíz del incisivo lateral, ya que debe quedar en contacto con el canino sin erupcionar. Esta es una probabilidad bastante remota, pero conviene explicársela



FIGURA 12-1 **A.** En esta radiografía se aprecia que el incisivo lateral inferior está erupcionando en una posición ectópica y ha reabsorbido las raíces del canino y el primer molar primarios. **B.** Si no se recoloca el incisivo lateral, se producirá una transposición verdadera del incisivo lateral y el canino permanentes. **C.** Se han recolocado los incisivos laterales con aparatos fijos, y ahora están retenidos.

al paciente y a sus padres antes de iniciar el tratamiento. Es importante iniciar el tratamiento antes de que el canino empiece a erupcionar activamente.

Posteriormente, durante la dentición mixta las transposiciones más frecuentes son la del canino y el primer premolar superiores y la del canino y el incisivo lateral superiores.⁴ Si no se aborda pronto, el tratamiento de las transposiciones del canino superior plantea muchas dificultades. Puede haber problemas para mover los dientes a sus posiciones naturales debido a que para ello hay que recolocarlos en bloque, movilizándolo al canino en sentido vestibular o lingual hasta sobrepasar el otro diente. Es necesario considerar minuciosamente la anchura alveolar y la integridad del tejido de soporte adherido. En muchos casos, lo mejor es mover un diente parcialmente transpuesto a una posición de transposición total o dejar los dientes totalmente transpuestos en esa posición. Esto obliga a realizar un acabado muy minucioso, que incluirá la remodelación de los dientes transpuestos para mejorar su aspecto y su ajuste dentro de la arcada dental. Aunque esto puede resultar complicado, el tiempo necesario y las dificultades para corregir la transposición son aún más problemáticos.

Fracaso primario de la erupción

El fracaso primario de la erupción se caracteriza por un fallo en la erupción de los dientes posteriores permanentes sin que exista ninguna interferencia mecánica superficial; actualmente, se sabe que tiene una etiología genética⁵ (v. capítulo 5). Suele detectarse en la dentición mixta tardía cuando todavía no han erupcionado algunos o todos los primeros molares permanentes y se observa

una erupción aparentemente anormal de otros dientes posteriores en cuadrantes afectados de la arcada dental (fig. 12-2). Los dientes afectados no están anquilosados, pero no erupcionan ni responden normalmente a las fuerzas ortodóncicas. Si se intenta mover estos dientes, suelen anquilosarse después de desplazarse 1-1,5 mm en cualquier dirección, por lo que un análisis genético y la confirmación del diagnóstico pueden ayudarnos a orientar el tratamiento y a obviar las fuerzas recíprocas no deseadas. A largo plazo, las únicas posibilidades de tratamiento son la reposición protésica de los dientes que no han erupcionado, la aceptación de una oclusión premolar en los cuadrantes afectados, o posiblemente las osteotomías segmentarias (probablemente incluso la osteogena de distracción).

Consecuencias de la radioterapia y los bisfosfonatos

Debido al uso cada vez más frecuente de los trasplantes de células madre (TCM) y la radiación corporal total (RCT) para tratar algunas neoplasias infantiles, cada vez son más frecuentes los pacientes a los que les faltan dientes o que presentan algunos dientes de morfología alterada. Una edad temprana en el momento del TCM (menos de 5 años) es más peligrosa que la RCT.⁶ La quimioterapia a dosis elevadas y la RCT reducen la longitud de las raíces, especialmente cuando los pacientes tienen entre 3 y 5 años de edad.⁷ Y dado que estos pacientes tienen unos índices de supervivencia muy altos, ahora están empezando a buscar tratamiento ortodóncico. Algunos de los dientes irradiados no se desarrollan, otros no consiguen erupcionar y algunos pueden hacerlo, aunque tienen unas raíces muy poco desarrolladas. Aunque las raíces son



FIGURA 12-2 El fracaso primario de la erupción se caracteriza por la falta de erupción de algunos o todos los dientes permanentes posteriores, aunque se haya despejado su ruta de salida. La causa es un fallo en el mecanismo de erupción, que aparentemente se debe a una anomalía del ligamento periodontal; debido a esa anomalía, los dientes permanentes sin erupcionar no responden a las fuerzas ortodóncicas y no es posible desplazarlos hacia la arcada dental aunque no estén anquilosados.



FIGURA 12-3 En la radiografía panorámica de este paciente se observa un acortamiento de las raíces de varios dientes permanentes tras la radioterapia. Estos dientes pueden moverse por medios ortodóncicos, si es necesario, con unos objetivos limitados y unas fuerzas leves. (Por cortesía del Dr. D. Grosshandler.)

cortas, se pueden aplicar fuerzas leves para recolocar estos dientes y conseguir una oclusión mejor sin temor a perderlos (fig. 12-3).

Cada vez es más frecuente administrar a los niños bisfosfonatos junto con otros tratamientos agresivos y salvadores. Este grupo de fármacos tiene repercusiones bien conocidas en odontología, y en el movimiento ortodóncico de los dientes en particular (v. capítulo 8).⁸ Actualmente, cuando estos pacientes alcanzan la edad en que se puede iniciar el movimiento ortodóncico de los dientes, es importante evaluar las posibles consecuencias de este tratamiento. Nunca se debe intentar el tratamiento ortodóncico mientras se están utilizando bisfosfonatos.

DESPLAZAMIENTO TRAUMÁTICO DE LOS DIENTES

Por lo general, inmediatamente después de una lesión traumática se procede a recolocar los dientes que no han resultado dañados irreparablemente, presionando con el dedo hasta llevarlos a una posición casi normal y alejarlos de cualquier interferencia oclusal. A continuación, se inmovilizan (con un alambre fino o un filamento de nailon) durante 7-10 días. En ese momento, los dientes suelen manifestar movilidad fisiológica. Si el alvéolo se ha

fracturado, hay que inmovilizar los dientes con un alambre más grueso durante unas 6 semanas, aproximadamente. Después de cualquiera de estos tratamientos iniciales, si los dientes no están en una posición ideal o se han consolidado en una posición vestibular o lingual que provoca un problema estético o interferencias oclusales, estará indicado el tratamiento ortodóncico para recolocarlos; el tratamiento puede comenzar en ese momento, y para el mismo se utiliza una fuerza ligera. Pero incluso las fuerzas de inclinación pueden inducir pérdida de vitalidad y reabsorción radicular en los dientes que han sufrido traumatismos previos.⁹ Este riesgo puede afectar también a aquellos pacientes que sufren algún traumatismo (más extenso que una fractura de la corona, y especialmente las lesiones de luxación, intrusión y extrusión) durante el tratamiento ortodóncico activo.¹⁰ Antes de empezar a mover un diente traumatizado, es necesario obtener múltiples radiografías con diferentes angulaciones verticales y horizontales (o tomografía computarizada de haz cónico [TCHC]) con un campo visual reducido para descartar posibles fracturas radiculares verticales y horizontales que puedan impedir cualquier intento de salvar el diente o los dientes (fig. 12-4). Durante el tratamiento ortodóncico conviene efectuar un seguimiento clínico de los dientes mediante pruebas de movilidad clínica, sensibilidad a la percusión y el frío, y pruebas pulpares eléctricas. Los pacientes deben comunicar cualquier signo de cambio de color dental, dolor, inflamación y supuración de los tejidos circundantes. Es aconsejable realizar exámenes radiológicos para detectar una posible patología periapical a las 2-3 semanas, a las 6-8 semanas y al cabo de 1 año. Si el ápice está ya completo en el momento de la lesión, es más probable que el diente pierda su vitalidad por lesiones de luxación. En tales casos, se recomienda extirpar y tratar la pulpa. La reabsorción radicular externa puede comprometer el diente muy rápidamente. También en este caso se recomienda la extirpación y el tratamiento pulpares.

El desplazamiento vertical de los dientes plantea un problema ortodóncico. Si el paciente tiene menos de 12 años y el ápice está abierto, lo mejor para evitar la necrosis pulpar, la reabsorción

radicular y la cicatrización ósea marginal es permitir que el diente vuelva a erupcionar.^{11,12} Se pueden necesitar varios meses para que reerupcione. Mientras tanto, hay que vigilar los dientes tal como se ha descrito anteriormente. Se debe recurrir al tratamiento endodóncico si se observa cualquier signo de pérdida de vitalidad. Incluso en caso de intrusión grave, en pacientes de 12 a 17 años con el ápice cerrado, los dientes a los que se permite reerupcionar muestran mejor recuperación ósea marginal, pero casi todos los pacientes de este grupo experimentan una necrosis pulpar que requiere tratamiento endodóncico.¹¹ De acuerdo con estos datos, cuando el ápice está abierto lo mejor es permitir la reerupción con independencia del alcance de la lesión en un niño. Si el ápice está cerrado y la intrusión es inferior a 6 mm, probablemente esté indicada la reerupción o el tratamiento ortodóncico (fig. 12-5). Si la intrusión es mayor es mejor recurrir a la cirugía, debido al tiempo necesario para el tratamiento. El objetivo consiste en mantener la vitalidad pulpar, pero en el caso de los dientes intruidos, y debido al pronóstico pulpar desfavorable, es muy importante recolocar el diente para mejorar el acceso endodóncico y completar el diagnóstico; las fracturas corales y radiculares pueden pasar desapercibidas incluso después de realizar radiografías exhaustivas. A las 2 semanas de la lesión, el diente intruido debe haberse movido lo suficiente para permitir el acceso endodóncico y reducir el riesgo y el alcance de la reabsorción. En ese momento, el diente debe encontrarse en la posición que ocupaba antes del traumatismo o cerca de la misma; en caso contrario, habrá que practicar una gingivectomía para facilitar el acceso.

Cuando durante un tratamiento ortodóncico ordinario está indicado mover algún diente que haya sufrido alguna lesión de intrusión previa, aumenta el riesgo de pérdida de la vitalidad pulpar.¹³ Los dientes que han resultado extruidos en el momento de la lesión y no han sido reducidos inmediatamente plantean un problema muy difícil. Estos dientes tienen menos soporte óseo y una proporción corona-raíz desfavorable. Los intentos de intrusión producen defectos óseos entre los dientes, y existe un



FIGURA 12-4 Para poder diagnosticar adecuadamente un traumatismo dental previo se necesitan varias radiografías colocadas verticalmente. **A.** En esta radiografía no se observa ninguna patología periapical 2 semanas después del traumatismo sufrido por los incisivos centrales, pero en esta otra (**B**) obtenida simultáneamente desde una perspectiva vertical diferente se aprecia una radiotransparencia periapical en el ápice del incisivo central derecho superior.

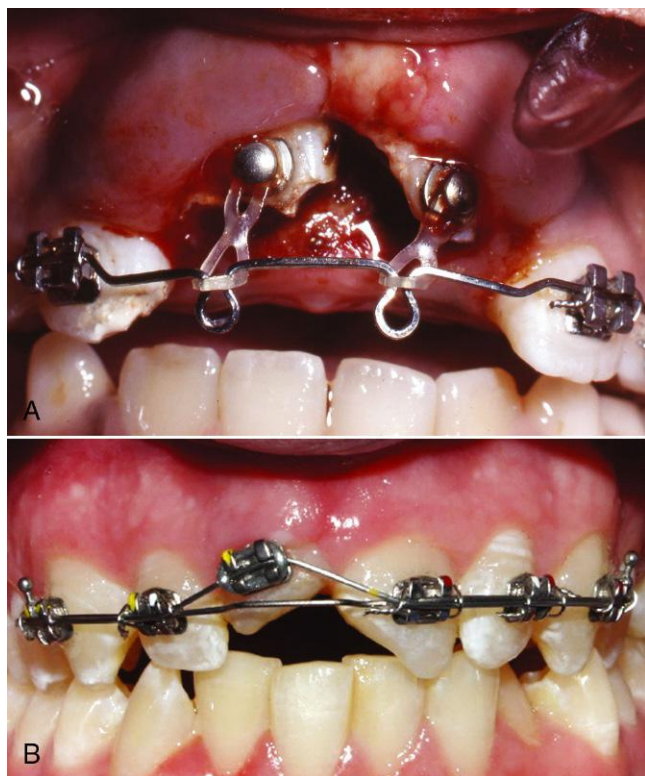


FIGURA 12-5 A. En los dientes que no tienen los ápices abiertos, la tracción tras la intrusión de los dientes permanentes puede garantizarnos un acceso endodóncico adecuado si es necesario. Inicialmente puede emplearse una cadena elastomérica. B. Un método más eficiente consiste en usar un arco base de alambre grueso con un alambre de NiTi superpuesto para acelerar el movimiento dental. Se puede ver que se ha incluido un escalón vestibular en el arco base de alambre para permitir que el diente con el bracket pueda pasar por su lado lingual.

riesgo real de pérdida de la vitalidad pulpar (especialmente en el caso de los incisivos laterales), razón por la que no está indicada la intrusión ortodóncica.¹⁴ Cuando la discrepancia es leve o moderada, la mejor solución puede consistir en remodelar el diente elongado reduciendo su corona (fig. 12-6). Este riesgo puede afectar igualmente a los dientes previamente traumatizados que han sufrido una obliteración parcial de la pulpa. Cuanto mayor sea la obliteración, mayor será el riesgo de pérdida de la vitalidad pulpar durante el tratamiento ortodóncico.¹⁵ Los dientes endodonciados que necesitan tratamiento ortodóncico pueden moverse sin miedo a la reabsorción, ya sea antes o después de la obturación final.¹⁶

Otro factor que hay que tener en cuenta en aquellos pacientes con dientes anteriores que han sufrido lesiones traumáticas y no pueden ser restaurados es la necesidad de conservar la raíz del diente comprometido hasta que casi haya completado su crecimiento vertical y pueda colocarse un implante en la zona.¹⁷ Esta medida complementaria permite reducir el riesgo de reabsorción del reborde y la necesidad de un injerto óseo posterior. Si el diente está comprometido y todavía es posible moverlo por medios ortodóncicos, se le puede recolocar y enterrar su raíz. El enterramiento de la raíz implica la decoronación (supresión de la corona clínica y parte de la estructura radicular hasta justo por debajo del tejido blando) y el cierre de los tejidos blandos. Posteriormente, se puede extirpar la raíz o colocar el implante a través de la misma (fig. 12-7).



FIGURA 12-6 A. Este paciente había sufrido lesiones con desplazamiento extrusivo de los incisivos permanentes. B. Debido a la dificultad para intruir estos dientes y al riesgo de que se formase posteriormente un defecto óseo, se optó por reducir las coronas de los dientes para conseguir una mejor proporción corona-raíz y mejorar el aspecto.

PROBLEMAS DE ESPACIO

La presencia de dientes irregulares y mal alineados durante la dentición mixta precoz pueden deberse a dos causas fundamentalmente: 1) la falta de espacio adecuado para la alineación, que hace que un diente erupcione y se desvíe de su posición normal dentro de la arcada, y 2) las interferencias durante la erupción (dientes desplazados e inclinados que reducen el espacio, sobre-retención de dientes primarios, dientes primarios anquilosados, dientes supernumerarios, dientes transpuestos y dientes que erupcionan ectópicamente), que impiden que un diente permanente erupcione en el momento adecuado y en la posición correcta.

Uno de los principales objetivos del tratamiento precoz consiste en prevenir la deriva de los molares o los incisivos tras la pérdida prematura de los dientes primarios, que reduciría el espacio disponible para los dientes que no han erupcionado todavía. Puede estar indicado o no un tratamiento precoz para alinear los incisivos apiñados una vez que haya espacio finalmente o para conseguir algo de espacio adicional cuando existe una deficiencia del mismo. Esta decisión debe tomarse en la fase de dentición mixta, y la forma de conseguirlo dependerá de las repercusiones que pueda tener sobre el aspecto estético en opinión del niño y de sus padres, así como de la localización y la magnitud del problema. Hay que intentar mantener

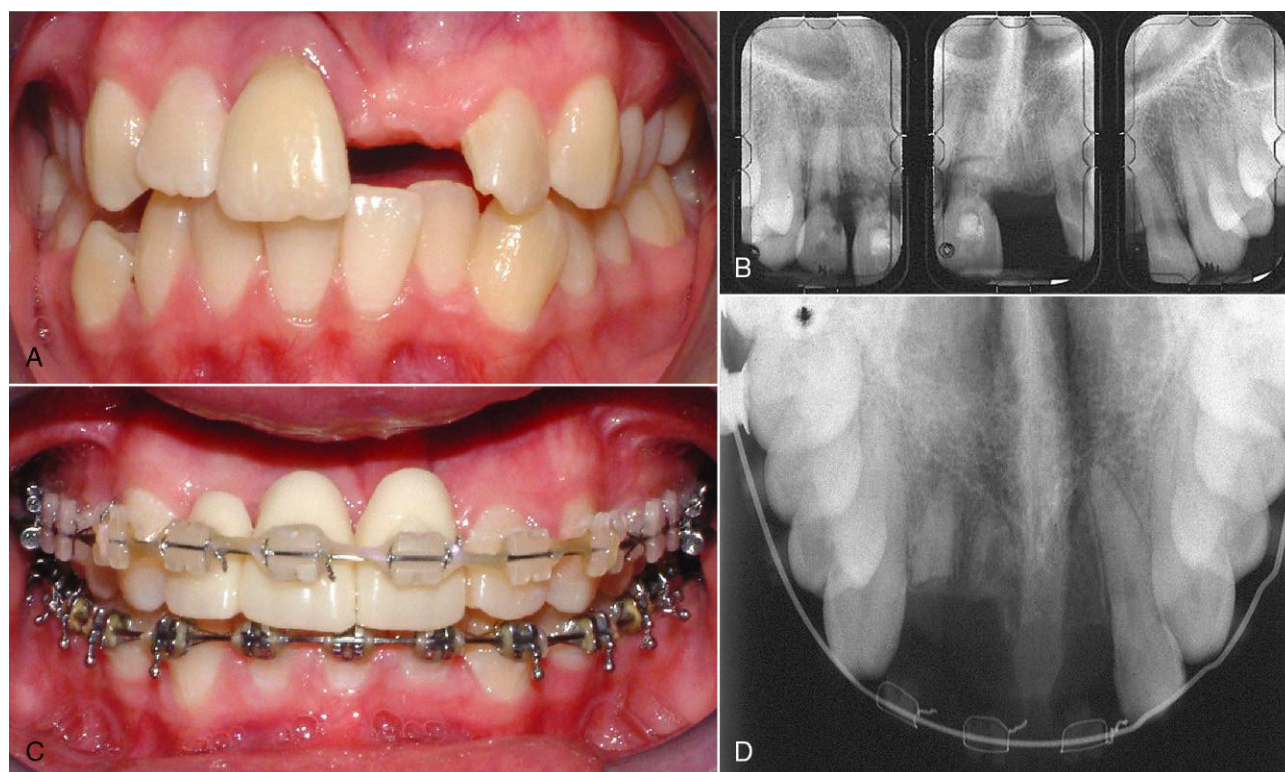


FIGURA 12-7 A este paciente se le enterró la raíz para conservar el hueso alveolar en la parte anterior del maxilar superior. **A.** Avulsión del incisivo central superior izquierdo. **B.** La radiografía de la arcada superior muestra una reabsorción muy marcada de las raíces de los incisivos central y lateral derechos superiores. En lugar de extraer estos dientes, se optó por decoronarlos (suprimir las coronas y cubrir las raíces con tejido blando) para conservar el reborde. **C.** Durante el tratamiento ortodóncico se colocaron púnticos para controlar el espacio y mejorar el aspecto estético, mientras las raíces mantienen el reborde, como puede apreciarse en la radiografía (**D**).

abiertas tantas opciones sensatas como sea posible, pero abstenerse de intervenir cuando el problema sea demasiado trivial o resulte evidente que se necesitará tratamiento más adelante. En el capítulo 11 hemos descrito ya las intervenciones para tratar las mordidas cruzadas, los hábitos, los problemas de erupción y los problemas de espacio más sencillos. En la sección siguiente nos centraremos en otros problemas de espacio más complejos que requieren una mayor pericia en el diagnóstico, la planificación de tratamiento y la biomecánica para poder conseguir un tratamiento útil y oportuno. Para estar verdaderamente justificados, estos tratamientos deben resultar realmente beneficiosos a largo plazo para el paciente.

Exceso de espacio

Separación generalizada de los dientes permanentes

Cuando no se observa protrusión de los incisivos, el exceso de espacio no suele ser un hallazgo frecuente en la fase de dentición mixta. Puede deberse a la existencia de unos dientes pequeños en unas arcadas de dimensiones normales o de unos dientes normales en unas arcadas de mayor tamaño. Salvo que el espacio represente un problema estético, lo más razonable es permitir que erupcionen los dientes permanentes que quedan por erupcionar antes de proceder a cerrar el espacio con aparatos fijos como parte de un tratamiento general (v. capítulo 15). El tratamiento precoz apenas tiene ninguna ventaja, a menos que se prescriba por razones estéticas inexcusables.¹⁸

Un diastema de la línea media constituye en muchos casos un problema localizado de exceso de espacio (si no se complica por

un proceso patológico, la presencia de dientes supernumerarios o la ausencia de dientes adyacentes). En el capítulo 11 describíamos la inclinación de los dientes anteriores para cerrar diastemas pequeños, pero para cerrar un diastema amplio y antiestético que puede estar inhibiendo además la erupción de los dientes adyacentes es necesario recolocar en bloque los incisivos centrales para mantener las inclinaciones correctas de los dientes. El movimiento mesial de las coronas y las raíces proporciona más espacio para la erupción de los incisivos laterales y los caninos. Cuando las circunstancias exigen un movimiento mesiodistal en bloque, sin retracción de los dientes, se necesitará un arco de alambre segmentado anterior entre ambos incisivos centrales o un arco de alambre segmentado que abarque más dientes anteriores. Es necesario alinear inicialmente los incisivos con un alambre flexible. Posteriormente, se puede emplear un arco de alambre más rígido cuando los dientes se vayan juntando (brackets de ranuras de 22 y alambre de acero redondo de 18 mil o rectangular de 16 × 22 mil son una buena elección; fig. 12-8). Para generar la fuerza necesaria se puede emplear una cadena elastomérica. El cierre del diastema es más predecible cuando solo se necesita movimiento mesiodistal. Si el problema incluye unos incisivos protruyentes y es necesario retraerlos para cerrar el espacio, hay que prestar mucha atención al anclaje posterior, la sobremordida y el tipo de movimiento que necesitan los incisivos (inclinación o retracción en bloque) (v. a continuación).

Un odontólogo experimentado que intenta cerrar un diastema a una edad temprana sabe perfectamente lo difícil que puede ser mantener cerrado el espacio mientras erupcionan los demás

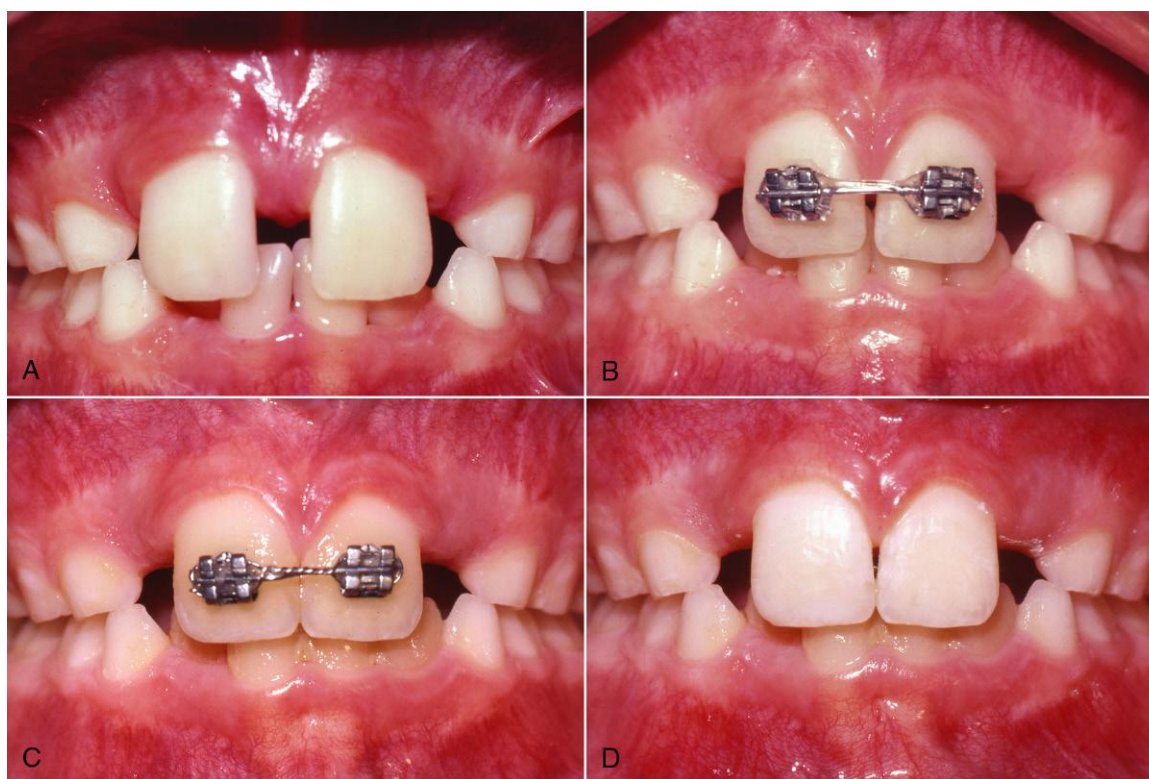


FIGURA 12-8 Cierre de un diastema con un aparato fijo. **A.** Para cerrar este diastema hay que mover las coronas y las raíces de los incisivos centrales. **B.** Los anclajes cementados y el alambre rectangular permiten controlar los dientes en los tres planos del espacio, mientras que la cadena elastomérica proporciona la fuerza necesaria para deslizar los dientes por el alambre. **C.** Inmediatamente después de cerrar el espacio se procede a retener los dientes, preferiblemente con **(D)** un retenedor lingual fijo (v. figs. 12-9 y 17-12), por lo menos hasta que erupcionen los caninos permanentes.

dientes permanentes. Si los incisivos laterales y los caninos no han erupcionado todavía en el momento de cerrar el diastema, un retenedor de quita y pon necesitará ajustes constantes. Si la sobremordida no es excesivamente profunda, se puede conseguir mejor retención cementando un arco de alambre trenzado de 17,5 mil a la zona linguocervical de los incisivos (fig. 12-9). De este modo, se consigue una retención excelente con menos necesidad de mantenimiento.

El problema de retención se debe fundamentalmente a que las fibras elásticas gingivales no cruzan la línea media cuando el diastema es muy amplio, aunque puede agravarse por la existencia de un frenillo labial grande o insertado en una posición muy baja. En algunos casos hay que practicar una frenectomía después del cierre del espacio y la retención, aunque es difícil determinar cómo puede contribuir el frenillo a los problemas de retención basándose en su morfología antes de tratamiento. Por consiguiente, está contraindicada la frenectomía antes de tratamiento, y únicamente debe realizarse después del mismo si así lo exige una acumulación no resuelta de tejido entre los dientes.

Protrusión y separación de los dientes de la arcada superior

Únicamente está indicado tratar la protrusión de los dientes superiores durante la dentición mixta precoz cuando los incisivos superiores protruyen dejando unos espacios entre los mismos que resultan poco estéticos o hay riesgo de lesión traumática. Cuando esto sucede en un niño que no presenta ninguna discrepancia esquelética, suele constituir una secuela de un hábito

prolongado de succión de los dedos. Es necesario erradicar el hábito antes de iniciar el movimiento dental (v. capítulo 11). La causa más frecuente de protrusión de los incisivos superiores es una maloclusión de clase II que a menudo incluye un componente esquelético, en cuyo caso el tratamiento debe ir dirigido al problema más importante (v. capítulo 13).

Si existe suficiente margen vertical (no hay mordida profunda) y espacio en la arcada dental, se pueden inclinar lingualmente los incisivos superiores que estén proclinalados o se hayan inclinado vestibularmente como consecuencia de un hábito de succión, utilizando para ello un aparato de quita y pon tal como se describe en el capítulo 11. Cuando es necesario mover los dientes en bloque o corregir alguna rotación, hay que recurrir a un aparato fijo (fig. 12-10). En tales casos, conviene usar un arco de alambre con bandas en los dientes posteriores y brackets cementados en los anteriores. Este aparato debe generar una fuerza de retracción y de cierre de los espacios, para lo que se pueden incorporar bucles de cierre o un segmento de cadena elastomérica. Para conseguir el movimiento en bloque hay que usar un arco de alambre rectangular que permita controlar el movimiento de las coronas y las raíces (tal como se describe en el capítulo 9) y evitar que se produzca una inclinación excesiva que deje al paciente con unos dientes enderezados o «de conejo». La retracción en bloque de los incisivos genera una gran tensión sobre los dientes posteriores, que tiende a hacerlos avanzar. Dependiendo del grado de retracción de los incisivos y del cierre de los espacios, puede que haya que utilizar un casquete (teniendo en cuenta las características dentales y faciales verticales) para conseguir un anclaje suplementario.



FIGURA 12-9 Retenedor fijo para mantener cerrado un diastema. Se ha cementado un alambre trenzado de 17,5 mil con bucles en los extremos a las superficies linguales de los dientes anteriores para que actúe como retenedor permanente. Con este alambre flexible, los dientes mantienen su movilidad fisiológica y se reduce el riesgo de fallo de la cementación, aunque solo se puede utilizar cuando la sobremordida no es excesiva.



FIGURA 12-10 Este arco de alambre con bucles de cierre se utilizó para retraer los incisivos superiores protruyentes y cerrar el espacio. Se activó cada bucle 1 mm al mes, aproximadamente, y se reforzó el anclaje posterior con un casquete.

Si la sobremordida es profunda, los incisivos de ambas arcadas quedarán en contacto vertical antes de que se puedan retraer los incisivos superiores hasta cerrar los espacios que hay entre los mismos y eliminar el exceso de resalte. En algunos pacientes adecuadamente seleccionados se puede utilizar una placa de mordida que permita la erupción de los dientes posteriores y reduzca la sobremordida, pero lo normal es que cuando coexisten una sobremordida y un resalte excesivos haya también una maloclusión de clase II. El tratamiento de este problema es mucho más complejo y requiere cambios estéticos y muy probablemente un tratamiento ortodóncico completo.

Ausencia de dientes permanentes

En caso de ausencia congénita de algunos dientes permanentes es necesario examinar exhaustivamente al paciente para determinar cuál es el tratamiento correcto, ya que a la hora de planificar el mismo pueden ser muy importantes algunas variables diagnósticas

como el perfil, la posición de los incisivos, el color y la forma de los dientes, el desarrollo o la posición del esqueleto y los dientes, y la disponibilidad o la falta de espacio. Los dientes permanentes que faltan con más frecuencia son los segundos premolares (especialmente los inferiores) y los incisivos laterales superiores. Cada uno de ellos plantea unos problemas muy diferentes.

Ausencia de los segundos premolares. Los segundos premolares tienden a formarse tarde y puede parecer que no existen, y descubrir en una visita posterior que ya se están formando. Los premolares normales no suelen formarse después de los 8 años de edad, por lo que es necesario vigilar estrechamente y extremar las precauciones. Los dientes contralaterales pueden servirnos también como una referencia muy útil para evaluar el desarrollo dental.

Si el paciente presenta una oclusión aceptable, resulta razonable mantener los segundos molares primarios, ya que en muchos casos es posible conservarlos hasta que el paciente cumple los 20 años o incluso más (fig. 12-11). Se han publicado numerosos casos de molares primarios que han sobrevivido hasta los 40-60 años de edad. A menudo, hay que reducir ligeramente su anchura mesiodistal para mejorar la interdigitación de los dientes posteriores. La mayoría de los odontólogos considera que si se reduce el tamaño de un molar primario, sus raíces mesiodistales divergentes se reabsorben cuando entran en contacto con las raíces de los dientes permanentes contiguos. Incluso si es necesario reponer el molar primario con un implante o un puente, mantener el diente tanto tiempo como sea posible representa una manera excelente de preservar el hueso alveolar de esa zona.

Si el espacio, el perfil y las relaciones intermaxilares son aceptables o ligeramente protruyentes, es posible extraer los segundos molares primarios que no tienen sucesores a los 7-9 años de edad y permitir la deriva mesial de los primeros molares (fig. 12-12). De este modo se puede conseguir un cierre parcial o incluso completo del espacio. Desgraciadamente, la magnitud y la dirección de la deriva mesial son muy variables (fig. 12-13). A menos que falten los segundos premolares en todos los cuadrantes, puede que haya que extraer dientes de la arcada opuesta para poder conseguir una oclusión de clase I casi ideal. En caso contrario, si solo faltan los segundos premolares superiores o inferiores y se cierra el espacio, se puede producir una relación molar de clase II o de clase III, respectivamente, lo que constituye más un problema por la posible sobreerupción de los segundos molares sin oposición que por la propia relación entre los molares.

La extracción precoz puede reducir la duración del tratamiento cuando hay que cerrar el espacio de los segundos premolares ausentes, aunque por lo general se necesita tratamiento ortodóncico global posteriormente. Si solo falta un molar primario (a no ser que se produzca una pérdida unilateral verdadera del espacio o se observe un apiñamiento considerable en el lado contralateral), suele estar indicado el tratamiento restaurador, más que una solución ortodóncica convencional para el problema. Resulta casi imposible cerrar el espacio unilateralmente en la dentición mixta sin alterar las líneas medias ni otras relaciones anteriores entre ambas arcadas. Recuerde que no conviene utilizar ningún dispositivo de anclaje temporal (DAT) para facilitar el cierre de espacios unilaterales antes de los 12 años, aproximadamente, debido a la densidad ósea; este es un método de tratamiento que debemos reservar para una edad más avanzada. Otra solución para la ausencia de los segundos premolares consiste en reducir

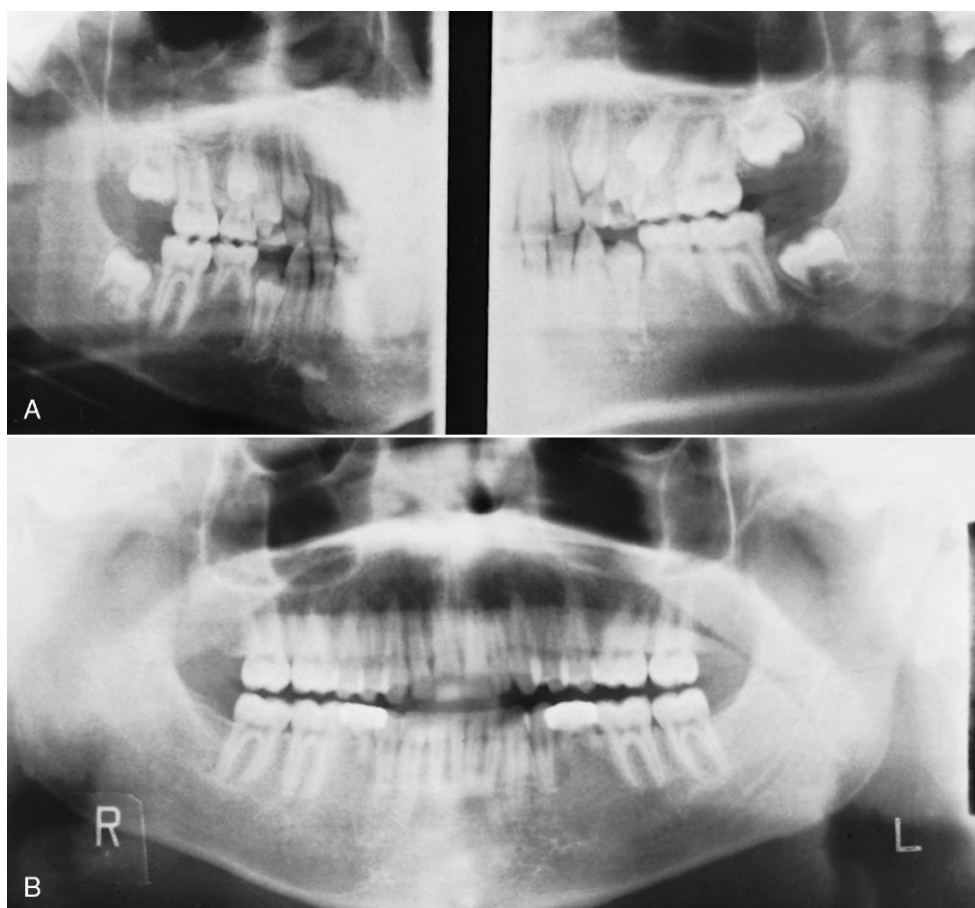


FIGURA 12-11 Cuando faltan los segundos premolares se pueden retener los segundos molares inferiores primarios. **A.** Antes del tratamiento ortodóncico se descubrió que a este paciente le faltaban los segundos premolares inferiores. **B.** Se optó por retener los segundos molares inferiores primarios debido a que no se observaba apiñamiento en la arcada inferior y las raíces mantenían una estructura excelente. Durante la fase de acabado del tratamiento ortodóncico se redujeron estos dientes en sentido mesiodistal y se restauraron con coronas de acero inoxidable para mejorar la oclusión.

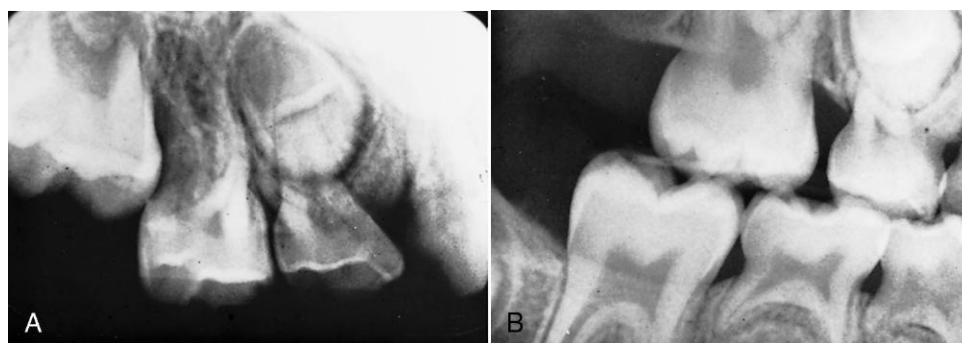


FIGURA 12-12 Para tratar la ausencia de los segundos premolares se pueden extraer los segundos premolares primarios con el objeto de permitir la deriva de los dientes permanentes y el cierre espontáneo del espacio. **A.** Este paciente sufre la erupción ectópica del primer molar superior permanente y la ausencia del segundo premolar superior permanente. Dado que no había ningún otro signo de maloclusión, se extrajo el molar primario y **(B)** el molar permanente se desplazó (realizó un movimiento de deriva) anteriormente y cerró el espacio al erupcionar. Esto elimina la necesidad de utilizar una prótesis posteriormente.

gradualmente el tamaño del segundo premolar durante el tratamiento ortodóncico global y combinar la hemisección del diente primario con el tratamiento pulpar para protraer el primer molar permanente hacia el espacio del molar primario sin que se pierda hueso alveolar por una extracción más antigua. Este tipo de tratamiento se describe en el capítulo 15.

Ausencia de los incisivos laterales superiores. A diferencia de lo que sucede con los molares primarios, casi nunca resulta aceptable retener los incisivos laterales primarios. Cuando faltan los incisivos laterales suele producirse una de estas dos secuelas: en algunos casos, el incisivo permanente que erupciona reabsorbe el incisivo lateral primario y sustituye

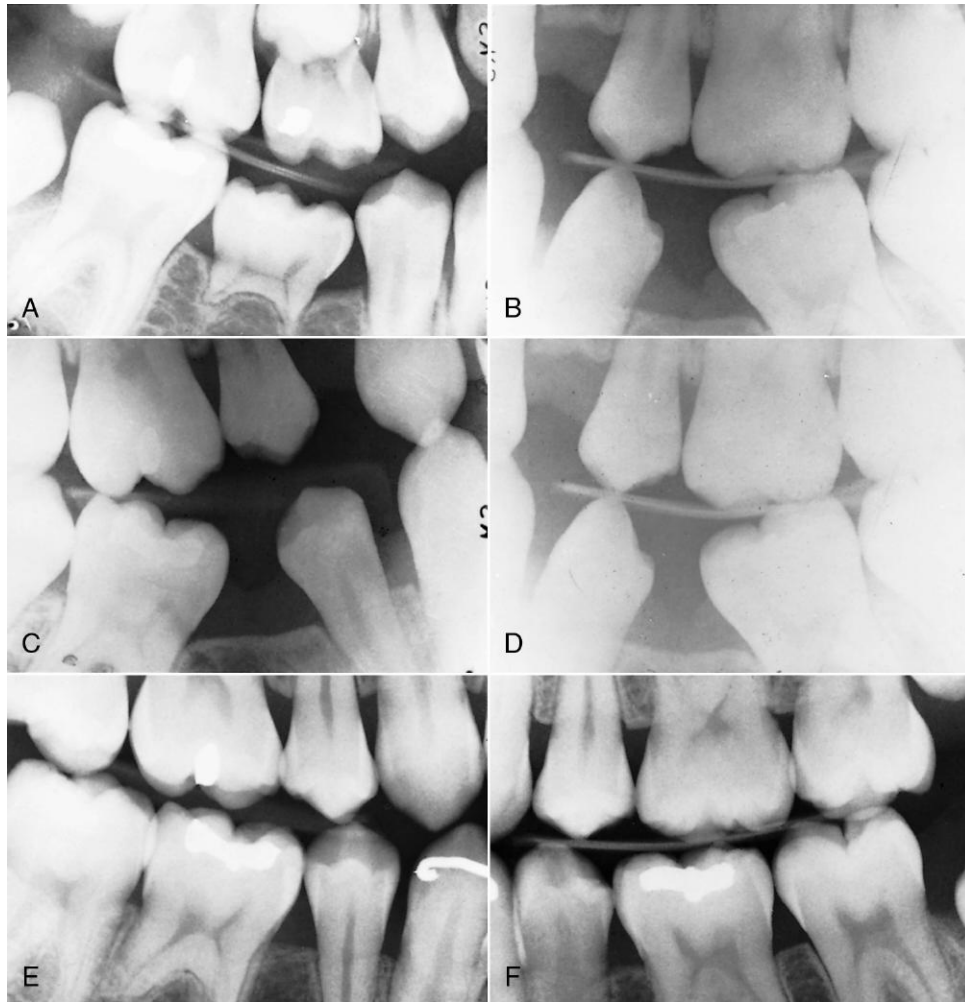


FIGURA 12-13 A y B. En este paciente con ausencia bilateral de los segundos molares inferiores permanentes se optó por extraer los molares primarios retenidos para permitir la mayor deriva espontánea y el mayor cierre de espacio posibles antes del tratamiento con un aparato completo. C y D. Aunque los dientes posteriores derivaron anteriormente y los anteriores lo hicieron distalmente, el espacio no se cerró totalmente. El patrón de deriva para cerrar el espacio dejado por la ausencia congénita de los segundos premolares inferiores es muy variable e impredecible. E y F. Se utilizaron aparatos completos para cerrar el espacio residual y colocar las raíces paralelas.

espontáneamente al incisivo lateral ausente, lo que significa que el canino primario no tiene sucesor y queda retenido a veces (fig. 12-14). Algunos de estos pacientes conservan los caninos primarios al hacerse adultos, pero la mayoría de los caninos primarios se pierden al final de la adolescencia aunque sus sucesores hayan erupcionado mesialmente. Y con menor frecuencia, el incisivo lateral primario queda retenido cuando el canino permanente erupciona en su posición normal. Generalmente, esto implica que el espacio para el incisivo lateral queda reducido al tamaño del incisivo lateral primario, y que el incisivo primario que permanece resulta antiestético. Conviene hacer que el canino permanente erupcione en la posición de un incisivo lateral que falta por razones congénitas, independientemente de que el tratamiento definitivo consista en la sustitución de canino por el incisivo lateral o en la apertura de un espacio para la reposición protésica del incisivo lateral, ya que genera hueso alveolar en esa zona. Por otra parte, es posible determinar la forma y el color del canino, lo que puede influir hasta cierto punto en la decisión

de retraerlos y colocar implantes o sustituirlos por los incisivos laterales y cerrar el espacio. Ambas soluciones son viables.

Si lo que se busca es cerrar el espacio y los incisivos laterales primarios son reemplazados por los caninos permanentes al erupcionar, el paciente apenas necesita atención inmediata. En ocasiones, la ausencia de los incisivos laterales da lugar a la formación de un diastema muy amplio entre los incisivos centrales permanentes. Para potenciar la deriva mesial de los caninos permanentes durante su erupción se puede cerrar el diastema y retenerlo después (fig. 12-15). Posteriormente, durante la transición a la dentición permanente conviene extraer los caninos primarios si no están siendo reabsorbidos, para que los premolares puedan migrar hacia las posiciones de los caninos y otros dientes posteriores puedan moverse mesialmente y cerrar el espacio (fig. 12-16). El cierre del espacio representa la mejor opción cuando los incisivos protruyen ligeramente y los molares tienden a una relación de clase II en la parte posterior, de manera que se puede emplear el cierre recíproco de espacios entre los

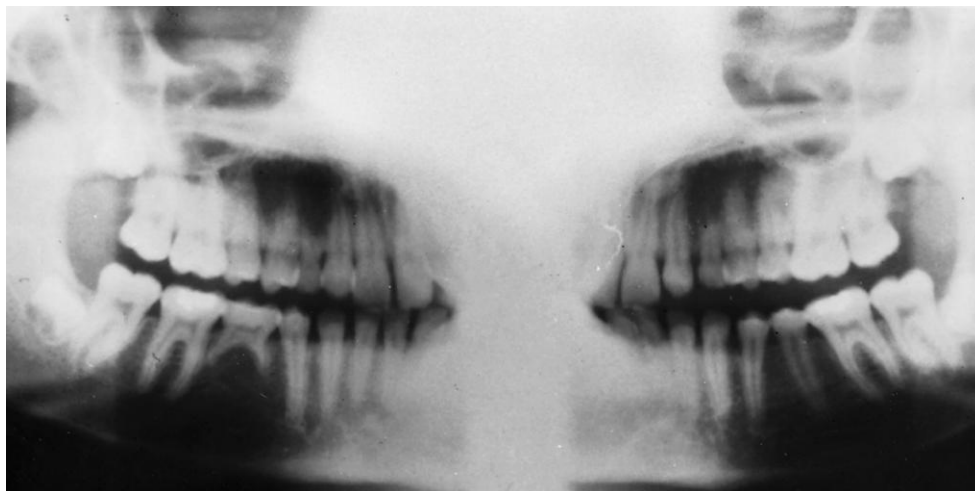


FIGURA 12-14 En muchos casos, los incisivos laterales superiores permanentes ausentes son reemplazados espontáneamente por los caninos permanentes. Este fenómeno se produce sin necesidad de intervenir, pero es probable que siga progresando la reabsorción observada en los caninos primarios retenidos. Si se prevé utilizar implantes para reponer finalmente los incisivos laterales ausentes, conviene que los caninos erupcionen mesialmente para que se forme hueso alveolar en la zona del futuro implante. Inmediatamente antes de la cirugía implantológica, se pueden desplazar los caninos a su posición definitiva (v. capítulo 18).

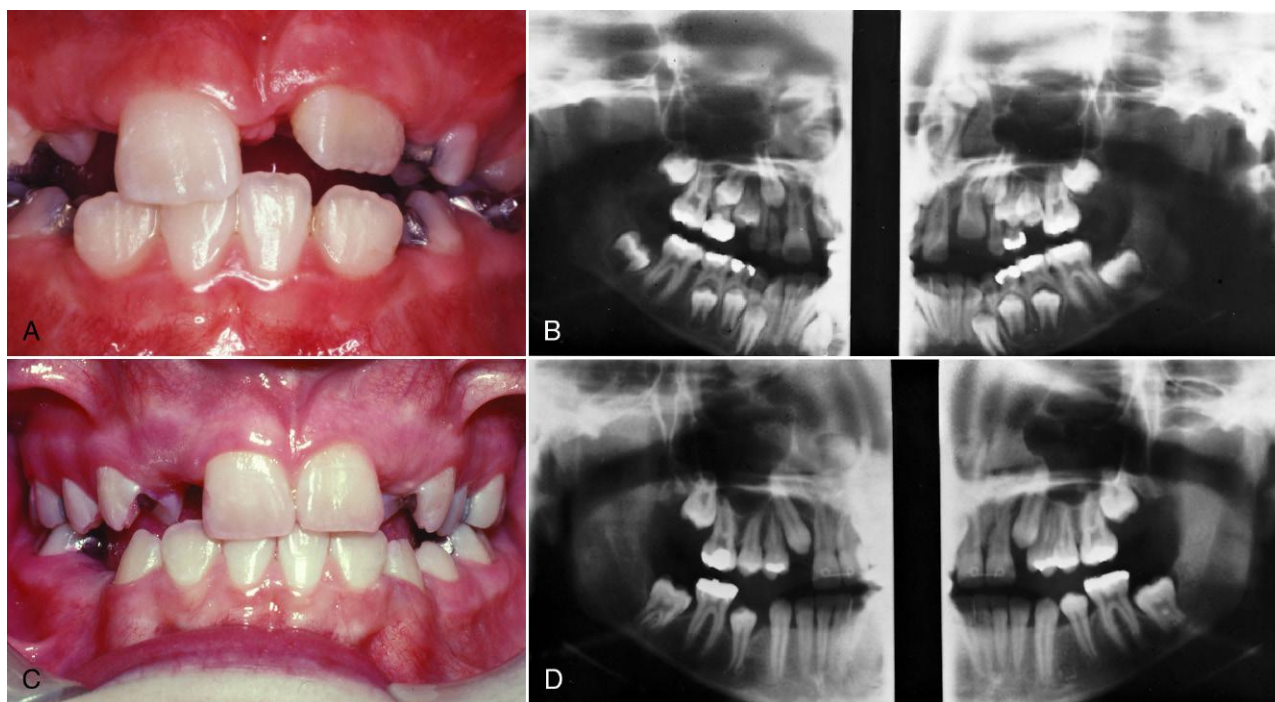


FIGURA 12-15 A menudo, cuando faltan los incisivos laterales permanentes por causas congénitas, se forma un diastema muy amplio entre los incisivos centrales permanentes. **A.** Este paciente tiene un diastema de ese tipo, y los caninos permanentes sin erupcionar sustituirán a los incisivos laterales ausentes. **B.** En esta radiografía se identifican los caninos sin erupcionar en una posición excelente para poder sustituir a los incisivos laterales. **C.** Se ha cerrado el diastema para favorecer la máxima deriva mesial de los caninos. **D.** Esta técnica permite a los caninos erupcionar más cerca de su posición definitiva y evita movimientos dentales innecesarios durante el tratamiento con aparatos completos.

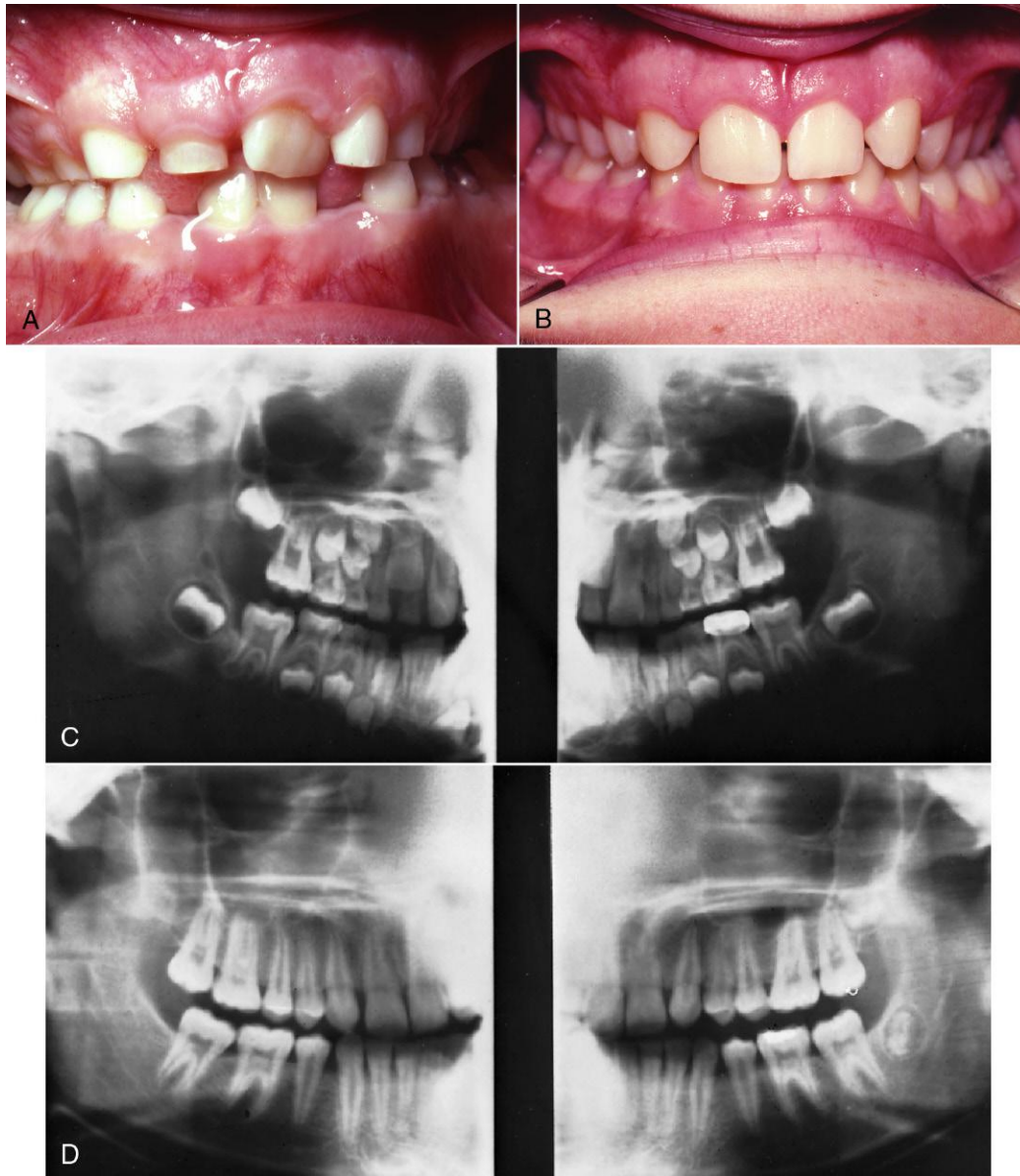


FIGURA 12-16 La extracción selectiva de dientes primarios cuando faltan los incisivos laterales superiores permanentes puede acortar la segunda fase de tratamiento de embandado total. **A y B.** A este paciente se le extrajeron los caninos y los primeros premolares primarios para favorecer la deriva mesial de los dientes posteriores permanentes. **C y D.** Con esta intervención se logró una posición dental satisfactoria, y se necesitará muy poco tiempo con aparatos fijos para completar el tratamiento.

dientes anteriores y posteriores y resulta más fácil adelantar los dientes posteriores de la arcada superior. Generalmente, se evita cerrar el espacio cuando los pacientes tienen una clase I completa o tendencia a una clase III y existe la posibilidad de producir una mordida cruzada anterior al retraer los incisivos para cerrar el espacio. También en este caso, los DAT pueden resultar útiles en estas circunstancias poco idóneas. Estas son algunas de las complicaciones del tratamiento global.

Generalmente, se desaconseja el cierre ortodóncico unilateral del espacio en la región anterior de la boca. Probablemente haya más posibilidades de compaginar los dientes existentes mediante soluciones restauradoras o de sustituir ambos incisivos laterales que de remodelar los dientes existentes solo en uno de los lados. En caso de ausencia unilateral de un incisivo lateral

puede que haya que extraer el otro incisivo lateral antes de que erupcionen los caninos, con el objeto de potenciar el patrón del deriva para el cierre definitivo del espacio y la sustitución de los dientes, especialmente cuando el incisivo primario que queda tiene forma de clavija (fig. 12-17), pero generalmente existe la opción de retraer los caninos hacia su posición correcta antes de que erupcionen los premolares. Estas mismas consideraciones se aplican también por lo general en la región anterior de la arcada inferior, donde faltan a veces uno o dos incisivos laterales. En los capítulos 14 y 18 se incluyen los detalles para poder completar el tratamiento global y el acabado en caso de que falten los incisivos laterales.

Autotrasplante. En caso de ausencia congénita de uno o varios dientes en una zona y de apiñamiento en otra, el autotras-

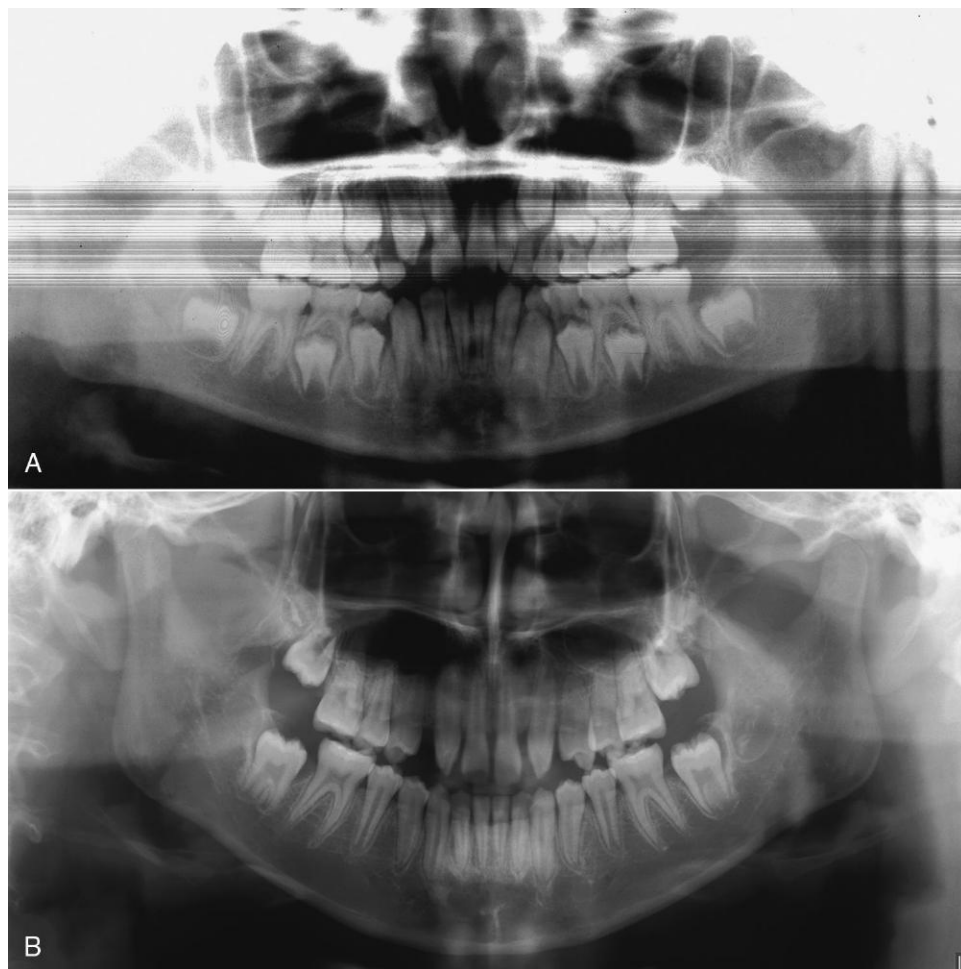


FIGURA 12-17 **A.** La radiografía panorámica de este paciente muestra que le falta un incisivo lateral superior permanente y que el otro tiene forma de clavija. **B.** En lugar de abrir o cerrar espacio unilateralmente, se optó por extraer el incisivo lateral con forma de clavija y permitir que los dientes derivasen y erupcionasen. A continuación, se procederá al cierre bilateral de espacios o a la inserción de implantes para mejorar la simetría y el aspecto estético.

plante representa una posible solución. Los dientes pueden trasplantarse de una posición a otra de la boca con un pronóstico favorable a largo plazo, siempre que se haga cuando se hayan formado aproximadamente dos tercios o tres cuartas partes de la raíz del diente trasplantado.¹⁹ Esto implica que es necesario tomar la decisión para el autotrasplante durante la dentición mixta (fig. 12-18).

El trasplante se utiliza habitualmente para mover los premolares a la posición de unos incisivos superiores ausentes como consecuencia de un problema del desarrollo o un traumatismo.²⁰ También puede servir para sustituir unos primeros molares ausentes por los terceros molares, una decisión que puede tomarse algo más tarde (fig. 12-19).²¹ Combinando una intervención quirúrgica minuciosa para la ubicación del trasplante, 3 meses de cicatrización y un tratamiento posterior con fuerzas ortodóncicas leves para conseguir la posición definitiva de los dientes, con un tratamiento restaurador para remodelar la corona del diente trasplantado se pueden obtener unos resultados funcionales y

estéticos satisfactorios a largo plazo. Este tipo de tratamiento tiene un porcentaje de éxito elevado y predecible.

APIÑAMIENTO LOCALIZADO MODERADO Y GRAVE

Algunos niños presentan un apiñamiento localizado moderado-grave (>3 mm). Esto se debe en la mayoría de los casos a una pérdida de espacio muy marcada o a una erupción ectópica, y suele impedir la erupción de un diente sucedáneo.

En los cuadrantes posteriores es aconsejable extraer el diente impactado y cerrar el espacio. Esto suele llevar menos tiempo que si se recupera el espacio y se estimula la erupción del diente o los dientes impactados. Si después de sopesar cuidadosamente todas las opciones se opta por recuperar el espacio, los problemas biomecánicos son muy considerables e incluyen la apertura de espacio unilateral sin alterar el resto de la arcada ni la oclusión.

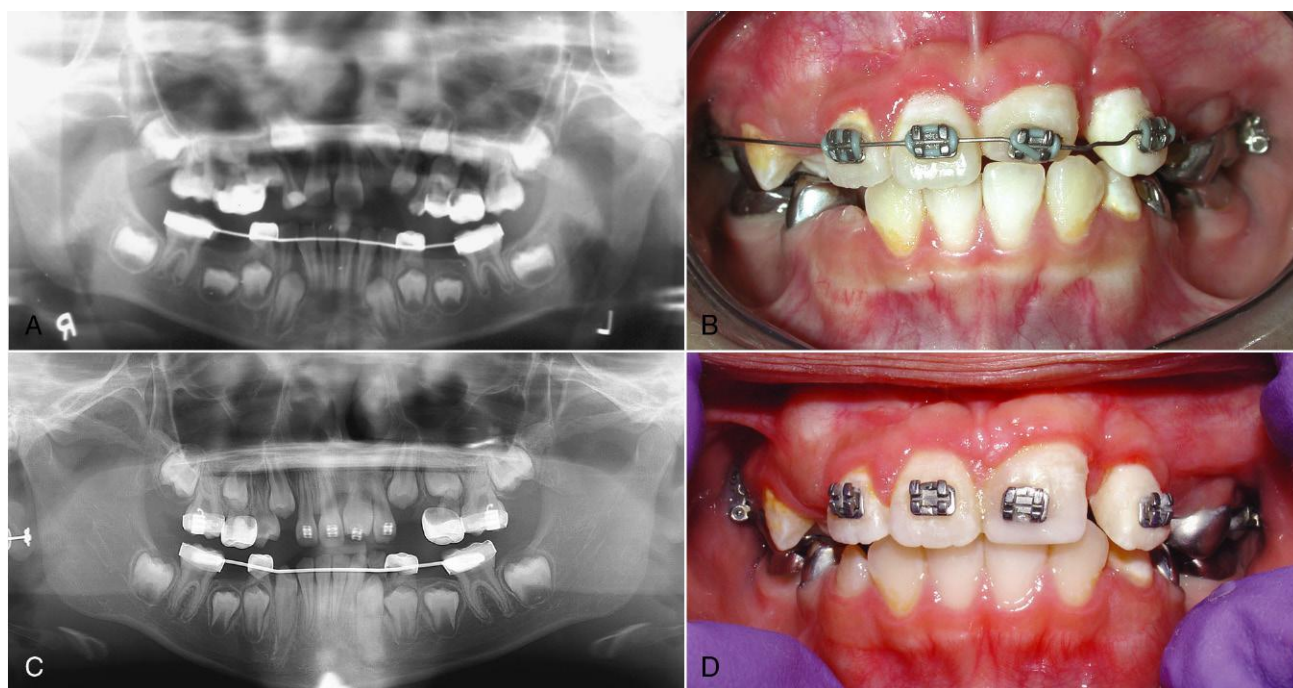


FIGURA 12-18 A. Este paciente tiene un incisivo central superior izquierdo permanente que no ha erupcionado y tiene una raíz dilacerada, posiblemente como consecuencia de un traumatismo previo. Se comprobó que no se podía recolocar quirúrgicamente ni mover por medios ortodóncicos. B. Para aliviar el apiñamiento estaba indicada la extracción de un premolar, y se optó por trasplantar el primer premolar superior izquierdo a la posición del incisivo central superior izquierdo, y moverlo tras un breve periodo de cicatrización. C. El desarrollo radicular y la cicatrización han continuado e indican que el diente está vivo. D. Antes de proceder al tratamiento restaurador definitivo, se seguirá remodelando y restaurando el diente con resina.

En ocasiones, la pérdida de espacio puede ser bilateral. A menudo, para corregir el problema hay que distalizar los molares. No se pueden utilizar fuerzas recíprocas, que son las más fáciles y predecibles. Estas formas de tratamiento se describen más adelante en este mismo capítulo, en el apartado dedicado al movimiento molar distal.

El problema de este tipo más frecuente en la parte anterior de la arcada es la desviación de la línea media dental inferior. Para resolver este problema se recurre con más frecuencia al movimiento dental que a la simple extracción de un diente. Si la línea media se ha desplazado y no se va a extraer ningún diente permanente, es necesario corregirla antes de que erupcionen los demás dientes permanentes en posiciones asimétricas y se agrave el apiñamiento localizado. Si la línea media se ha desviado y no hay suficiente espacio, es necesario abordar los problemas de espacio y de la línea media antes de que erupcionen los caninos. Lo mejor en estos casos es utilizar un arco lingual de soporte para mantener la simetría y el control de los molares, cementar los incisivos y corregir la línea media con un resorte en espiral (fig. 12-20). En algunos casos hay que rebajar o extraer un canino o un molar primario para conseguir el espacio necesario para restablecer las líneas medias y el espacio. Posteriormente, se puede usar un arco lingual a modo de retenedor para mantener la corrección.

Si se han perdido los dos caninos inferiores primarios y los incisivos permanentes se han inclinado lingualmente (lo que reduce el perímetro de la arcada e incrementa el apiñamiento aparente), puede estar indicado un arco lingual activo para la expansión. En algunos niños, el análisis del espacio revela que el apiñamiento secundario a la erupción ectópica de los incisivos laterales es más acusado, y es necesario utilizar aparatos fijos para expandir la arcada.

APIÑAMIENTO GENERALIZADO MODERADO Y GRAVE

Expansión o extracción como tratamiento en la dentición mixta

En los niños que presentan una deficiencia de espacio moderada suele observarse un apiñamiento generalizado, pero no muy acusado, de los incisivos, aunque a veces se pierden los caninos primarios como consecuencia de la erupción ectópica de los incisivos laterales y pasa prácticamente desapercibido un apiñamiento más marcado. Los niños que sufren las mayores discrepancias en la longitud de las arcadas suelen tener unos incisivos razonablemente alineados en la dentición mixta precoz debido a que han perdido los caninos primarios al erupcionar los incisivos laterales.

Un apiñamiento potencialmente grave suele resultar muy evidente en la dentición primaria, incluso antes de poder completar un análisis del espacio. Estos niños tienen poca separación durante el desarrollo entre los incisivos primarios y muestran en ocasiones algún apiñamiento en la dentición primaria. Los dos síntomas principales de un apiñamiento grave en la dentición mixta precoz son una irregularidad muy marcada de los incisivos permanentes en proceso de erupción y la pérdida prematura de los caninos primarios a causa de la erupción de los incisivos laterales permanentes. Después de un análisis definitivo del perfil y de la posición de los incisivos, estos pacientes se enfrentan a la misma decisión que aquellos que tienen un apiñamiento moderado: tienen que elegir entre la expansión de las arcadas o la extracción de algunos dientes permanentes, y decidir cuándo hay que hacerlo (v. una revisión de los factores que influyen en esta decisión en el capítulo 7). En

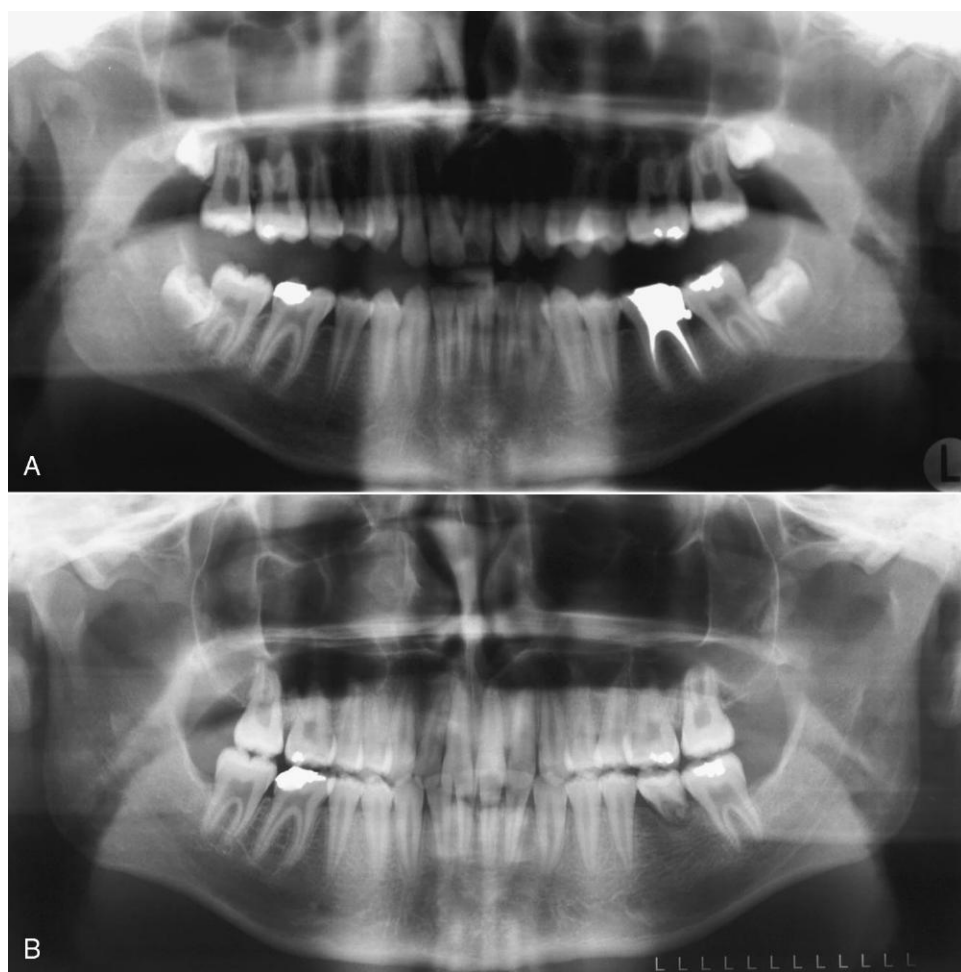


FIGURA 12-19 **A.** El primer molar inferior permanente tenía problemas para su restauración. Como se disponía de la presencia del tercer molar en desarrollo en el cuadrante superior izquierdo (**B**), se optó por trasplantarlo a la posición del primer molar una vez que se hubiera desarrollado adecuadamente su raíz, en lugar de intentar restaurar el primer molar. Posteriormente, durante el tratamiento ortodóncico se recolocó el tercer molar trasplantado, que cumplió perfectamente su cometido como diente de repuesto.

caso de apiñamiento grave no bastará un tratamiento limitado durante la dentición mixta y habrá que considerar la posibilidad de las extracciones.

Expansión para tratar el apiñamiento en la dentición mixta precoz

En la mayoría de los niños con apiñamiento y falta de espacio en la dentición mixta precoz se puede intentar un movimiento vestibular de los incisivos y la expansión, especialmente si:

- Los incisivos inferiores ocupan una posición normal o ligeramente retruida.
- Los labios son normales o retrusivos.
- El resalte es adecuado.
- La sobremordida no es excesiva.
- Se dispone de tejido queratinizado adecuado en la zona vestibular a los incisivos inferiores.

Si se prevé un movimiento vestibular y se tienen dudas acerca de la cantidad y la calidad del tejido gingival, conviene consultar con un periodontólogo sobre la posibilidad de un injerto gingival. Antes o después del movimiento dental, los

tejidos blandos pueden necesitar tratamiento quirúrgico o no quirúrgico.

Es fundamental saber si la expansión prematura de las arcadas (antes de que erupcionen todos los dientes permanentes) proporciona resultados más estables que la expansión posterior (durante la dentición permanente precoz). En parte debido al hecho de que en muchos pacientes a los que se les extraen los premolares se observa una recidiva del apiñamiento (v. capítulo 7), recientemente han adquirido una cierta popularidad algunos métodos para la expansión precoz de las arcadas, a pesar de la falta de datos que documenten su eficacia. Para conseguir esta expansión precoz se pueden combinar varias opciones:

- Expansión dental o esquelética de la arcada superior, con desplazamiento vestibular de los dientes o apertura de la sutura palatina media.
- Expansión del segmento bucal de la arcada inferior mediante el movimiento vestibular de los dientes.
- Avance de los incisivos y distalización de los molares de cualquiera de las arcadas.

El método más agresivo para la expansión precoz (en términos de duración del tratamiento) consiste en usar arcos linguales



FIGURA 12-20 En algunos casos de desviación de la línea media hay que recurrir al movimiento dental en bloque. **A.** La línea media de la arcada inferior se ha desviado en bloque hacia la derecha del paciente a causa de la pérdida prematura de un canino primario. **B.** Se han devuelto los dientes a su posición correcta mediante un aparato fijo, y se han sustentado con un arco de sujeción lingual hasta que erupcionen los caninos. **C.** Para conseguir este tipo de movimiento lo mejor es utilizar un arco de alambre con resortes en espiral que genere las fuerzas necesarias para mover los dientes. Para mejorar la estabilidad antes de la retención se pueden sustituir los muelles activos por resortes pasivos.

superiores e inferiores en la dentición primaria completa. Este método incrementa el perímetro y la anchura de la arcada, pero es necesario mantenerlo durante períodos variables durante los años de la dentición mixta. La capacidad de expansión durante la dentición primaria para afrontar el problema del apiñamiento anterior es muy cuestionable y no se ha demostrado su eficacia.²²

Un método conservador para tratar el apiñamiento moderado durante la dentición mixta precoz consiste en colocar un arco lingual después de extraer los caninos primarios, y permitir que los incisivos se alineen solos. En última instancia, se puede emplear un arco lingual u otro aparato para incrementar la longitud de la arcada, o se pueden efectuar extracciones con mayor certeza de que esto era lo que realmente hacía falta. La experiencia clínica nos indica que si se dispone de espacio es posible solucionar una irregularidad vestibulolingual considerable, pero no sucede lo mismo con una irregularidad por rotación. Si los incisivos están rotados, son muy irregulares o están separados y se considera importante corregir el problema cuanto antes, habrá que utilizar un aparato fijo, ya sea en la dentición mixta o en la dentición permanente precoz (fig. 12-21).

Normalmente, es posible inclinar los incisivos inferiores 1 o 2 mm en sentido vestibular sin mucha dificultad; de este modo, se consiguen hasta 4 mm de longitud adicional en la arcada, pero únicamente si no existe una sobremordida excesiva y el resalte es adecuado. Para conseguir más espacio y controlar el movimiento de los dientes es mejor embandar los molares permanentes, cementar brackets en los incisivos y utilizar un

muelle comprimido en un arco de alambre labial para ganar el espacio adicional (fig. 12-22). Tras la técnica de embandado y cementado múltiples se suele utilizar un arco lingual para la retención. El aparato cementado y embandado tiene la ventaja de que permite controlar la rotación y el espacio mesiodistal y efectuar un movimiento en bloque si es necesario. Además del movimiento exclusivo de los incisivos se puede incluir alguna expansión de los segmentos bucales.

Un método algo más agresivo consiste en expandir transversalmente la arcada superior durante la dentición mixta precoz, no para corregir la mordida cruzada posterior sino específicamente para ganar más espacio en la arcada dental. Para conseguirlo se utiliza un arco lingual o un tornillo de expansión con el objeto de producir cambios dentales y esqueléticos (fig. 12-23), pero el tornillo de expansión debe activarse lentamente y con mucho cuidado durante la dentición mixta precoz. En teoría, esta medida garantizará más espacio en una fase posterior.²³ Hasta la fecha no se han publicado datos fiables tras una retención prolongada que demuestren que la intervención precoz para «preparar», «desarrollar», «equilibrar» o expandir las arcadas (o como lo queramos llamar) ayude a conseguir una dentición permanente menos apiñada en etapas posteriores. Desgraciadamente, incluso en aquellos niños que tenían un apiñamiento leve en un primer momento, la irregularidad de los incisivos puede recidivar poco después del tratamiento precoz si no se utiliza adecuadamente la retención. Los pacientes y sus padres deben conocer los problemas e incertidumbres de este tipo de tratamiento.

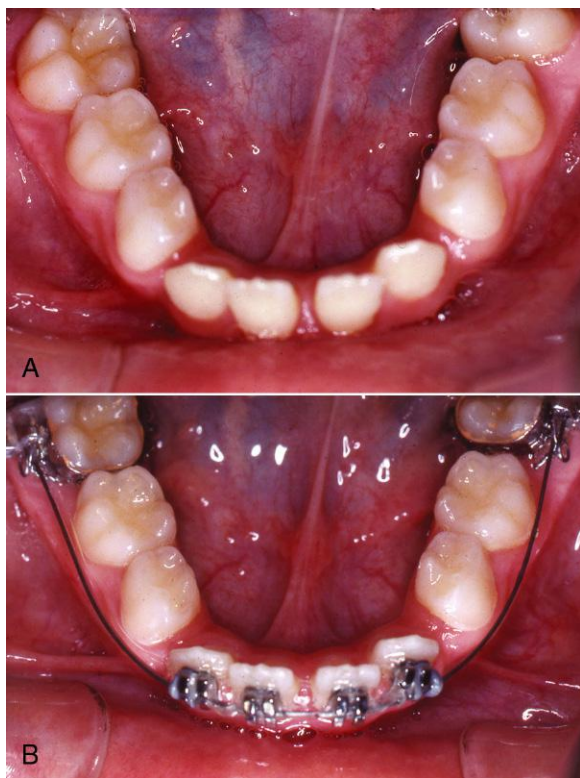


FIGURA 12-21 A. En este paciente que tenía los dientes anteriores de la arcada inferior inclinados lingualmente y separados hubo que expandir la arcada inferior con un aparato fijo debido a que no se podía controlar adecuadamente la separación con un arco lingual o un parachoques labial. B. El aparato fijo, colocado durante la alineación y antes de cerrar el espacio en la zona de los incisivos. Después de cerrar el espacio, se pueden proclinar aún más los incisivos si es necesario.

Algunos sugieren que este tipo de expansión prematura no solo proporciona más espacio y mejor resultado estético, sino que también puede reducir las discrepancias oclusales entre arcadas que se observan en las maloclusiones de clase II.²⁴ No hay datos que confirmen la eficacia a largo plazo de esta técnica. Parece poco probable que los tejidos blandos (que establecen los límites para la expansión de las arcadas) reaccionen de manera muy diferente a la expansión transversal en distintas edades (v. comentario sobre las influencias del equilibrio en el capítulo 5), o que la expansión transversal pueda influir considerablemente en el crecimiento de los maxilares en otros planos del espacio.

Expansión para tratar el apiñamiento en la dentición mixta tardía: distalización de los molares

La expansión transversal para conseguir espacio adicional puede utilizarse tanto en la dentición mixta tardía como en la precoz, y los comentarios precedentes se aplican igualmente a la dentición mixta tardía. Otra posibilidad en la dentición mixta tardía consiste en ganar espacio adicional recolocando distalmente los molares. A menos que se utilicen DAT (desaconsejado antes de los 12 años de edad debido a la menor densidad ósea), los

aparatos para distalizar los molares producirán también una vestibulización de los incisivos. Teniendo esta presente, este tipo de tratamiento tiene las siguientes indicaciones:

- Probablemente menos de 4-5 mm de espacio necesario por cada lado, predominantemente mediante inclinación.
- Los dientes anteriores de la arcada superior ya han erupcionado y, si es posible, se pueden utilizar los primeros premolares para el anclaje.
- Los labios y los dientes de la arcada superior deben tener una protrusión normal o estar ligeramente retruidos, ya que un tercio del movimiento se producirá en forma de movimiento vestibular de los incisivos.
- El resalte debe ser también limitado.
- La cara debe tener unas dimensiones verticales normales o mostrar una tendencia a la cara corta, ya que la distalización de los molares puede abrir la mordida.
- Asimismo, la sobremordida debe ser algo mayor de lo normal debido a las medidas mecánicas para abrir la mordida.

Hasta hace relativamente poco tiempo, el método preferido era un casquete para distalizar los molares superiores. Este aparato tiene la ventaja de su simplicidad y el gran inconveniente de que requiere la cooperación del paciente. La aplicación de una fuerza extraoral sobre los molares mediante un arco facial constituye un método muy sencillo para inclinar o mover en bloque los molares en sentido distal. La fuerza actúa específicamente sobre los dientes que hay que mover, y no se distribuye ninguna fuerza recíproca por los otros dientes que ocupan unas posiciones correctas. La fuerza debe ser lo más constante posible para inducir un movimiento dental eficaz, y debe ser también moderada, ya que se concentra solo en dos dientes. Los resultados son mejores cuanto más tiempo se usa el casquete; el tiempo mínimo necesario es de 12-14 h diarias. Suelen bastar unos 400 g de fuerza en cada lado, aunque esta no es una fuerza especialmente agradable para los dientes. Los dientes deben moverse a un ritmo de 1 mm/mes, de manera que un niño que coopere adecuadamente tendría que llevar el aparato durante 3 meses para conseguir una corrección de 3 mm, una cifra habitual en este tipo de tratamiento.

Para este tipo de tratamiento a corto plazo se puede elegir un casquete cervical o de tracción alta, pero el segundo constituye una opción excelente (fig. 12-24). Baumrind et al. han comprobado que este método resulta especialmente eficaz para la distalización de los molares.²⁵

Si es necesario distalizar en bloque uno o ambos primeros molares superiores permanentes para ajustar las relaciones intermolares y ganar espacio, si se dispone de dientes anteriores adecuados para el anclaje, si se puede tolerar algún avance de los incisivos y si la sobremordida es adecuada, se puede considerar la posibilidad de usar distintos aparatos. Todos ellos se basan en un arco lingual, generalmente con una almohadilla acrílica contra la parte anterior del paladar para proporcionar mayor anclaje (fig. 12-25). A menudo, también se cementan y estabilizan con un arco de alambre los dientes anteriores. A continuación, se genera una fuerza para distalizar el molar por medio de un aparato que cubra el paladar e incluya resortes helicoidales (el aparato del péndulo), muelles de acero o supere-lásticos, u otros dispositivos (v. figs. 15-4 a 15-6).²⁶ En la arcada inferior, los segundos molares sin erupcionar dificultan aún más la distalización de los primeros molares, y puede resultar más



FIGURA 12-22 Se puede incrementar moderadamente la longitud de una arcada utilizando un aparato con múltiples cementaciones y embandados y un mecanismo de expansión. **A.** Este paciente presenta una irregularidad moderada inferior y falta de espacio en la arcada inferior. **B.** El aparato colocado; ya se ha completado el movimiento dental. En este caso, los resortes helicoidales sirvieron para generar la fuerza necesaria para mover los dientes, pero también existen otros métodos a base de bucles y arcos de alambre flexibles. Se puede ver el arco lingual utilizado para controlar las dimensiones transversales entre los molares. **C.** Para ajustar el arco lingual se abren los bucles y se adelanta el propio arco, de manera que pueda servir de retenedor tras la retirada del arco de alambre y de los brackets cementados.

aconsejable utilizar un aparato fijo para adelantar los incisivos inferiores (fig. 12-26).

El método más utilizado actualmente para distalizar los molares (que se puede emplear en niños mayores de 12 años) consiste en usar aparatos distalizadores soportados por DAT (fig. 12-27).²⁷ Estos aparatos permiten distalizar los molares de ambas arcadas sin adelantar los incisivos, gracias a un anclaje casi absoluto. Este método tiene tres limitaciones importantes: 1) la intervención quirúrgica para colocar y retirar los DAT, que resulta bastante aceptable para los pacientes pero puede producir complicaciones; 2) la larga duración del tratamiento para mover y retener los dientes desde la dentición mixta hasta la erupción de los dientes permanentes, que no se reduce con los DAT, y 3) la estabilidad cuestionable de los resultados a largo plazo. La cuestión no radica en que el movimiento dental sea posible o no; sí es posible. Más bien radica en que sea mejor una expansión importante de las arcadas o un movimiento distal, especialmente durante la dentición mixta.

Independientemente del grado de distalización de los molares, si van a pasar muchos meses hasta que erupcionen los premolares habrá que retenerlos después de recolocarlos. La medida más segura para evitar que se pierda espacio consiste en usar mantenedores de espacio de arco lingual en ambas arcadas

(v. fig. 11-55). Ha de recordarse igualmente la necesidad de mantener esta nueva posición posterior de los molares, sin importar cómo se haya conseguido, si es necesario retener los incisivos. Esta es una tarea difícil si no se usan DAT.

Extracción prematura (seriada)

En muchos niños con apiñamiento grave se puede considerar durante la dentición mixta precoz que no es aconsejable la expansión y que habrá que extraer algunos dientes permanentes para abrir hueco a los demás. Una secuencia preestablecida de extracciones dentales puede reducir el apiñamiento y la irregularidad durante la transición de la dentición primaria a la permanente.²⁸ También permitirá que los dientes erupcionen sobre el alvéolo y a través de tejido queratinizado, en lugar de que se desplacen en sentido bucal o lingual. Esta secuencia (a menudo conocida como *extracción seriada*) consiste simplemente en la extracción programada de algunos dientes primarios y, en última instancia, de algunos permanentes para aliviar el apiñamiento. Originalmente, se propuso este método para tratar el apiñamiento grave sin aparatos o con un uso muy limitado de los mismos, pero actualmente se considera que representa un complemento del tratamiento global posterior, más que un sustituto del mismo.



FIGURA 12-23 A y B. Algunos odontólogos son partidarios de una expansión prematura mediante la apertura de la sutura palatina media, normalmente con un tornillo de expansión como en este caso, aunque no exista una mordida cruzada posterior ni una escasez aparente de longitud en la arcada, basándose en la teoría de que de este modo mejora la estabilidad a largo plazo de la expansión de la arcada. Apenas existen datos que respalden este argumento.



FIGURA 12-24 Se ha comprobado que un casquete de tracción alta es el aparato extraoral más eficaz para distalizar los molares. Evidentemente, se requiere la cooperación del paciente, pero no se produce una protrusión recíproca de los incisivos.

Aunque la extracción seriada facilita (y a menudo acelera) el tratamiento global posterior, por sí solo no suele recolocar los dientes en una posición ideal ni cerrar el exceso de espacio. La extracción seriada va dirigida al apiñamiento dental *grave*. Por este motivo, es mejor utilizarla cuando no existe ningún problema esquelético y la discrepancia de espacio es considerable (más de 10 mm por arcada). Si el apiñamiento es muy marcado, quedará poco espacio después de alinear los dientes, lo que significa que los dientes adyacentes a los huecos de extracción apenas se inclinarán y experimentarán un movimiento incontrolado. Si la discrepancia inicial es menor, cabe anticipar mayor espacio residual. Una persona no especializada nunca debe proceder a una extracción seriada en un niño que tenga un problema esquelético, ya que el tratamiento del mismo influirá en el cierre de los espacios de extracción.

La extracción seriada comienza en la fase de dentición mixta precoz con la extracción de los incisivos primarios, si es necesario, seguida de la extracción de los caninos primarios para permitir la erupción y la alineación de los incisivos permanentes (fig. 12-28). Dado que los dientes permanentes se alinean sin la presencia de ningún aparato, los incisivos inferiores suelen inclinarse ligeramente en sentido lingual, y la sobremordida suele acentuarse durante esta fase. Los desplazamientos labiolinguales responden mejor que las irregularidades por rotación. Tras la extracción de los caninos primarios, los problemas de apiñamiento suelen quedar controlados durante 1 o 2 años, aunque hay que ser previsores. Lo que se pretende es influir en los primeros premolares permanentes para que erupcionen antes que los caninos con el objeto de poder extraerlos y desplazar distalmente los caninos hacia ese espacio. Los premolares superiores suelen erupcionar antes que los caninos, por lo que la secuencia de erupción no suele dar problemas en la arcada superior. Sin embargo, en la arcada inferior los caninos suelen erupcionar antes que los primeros premolares, lo que hace que los primeros se desplacen en sentido vestibular. Para evitarlo, hay que extraer el primer molar primario inferior cuando se haya formado la mitad o dos tercios de las raíces del primer premolar. Esta medida suele acelerar la erupción del premolar y hacer que acceda a la arcada antes del canino (v. fig. 12-28, C). Con esto se facilita el acceso para la extracción del primer premolar antes de que erupcione el canino (v. fig. 12-28, D).

Si se extrae prematuramente el primer molar primario y el primer premolar no erupciona antes que el canino, el premolar puede quedar impactado y es necesario extraerlo quirúrgicamente más adelante (fig. 12-29). Al extraer el primer molar primario puede comprobarse que el canino erupcionará antes que el premolar. En este caso, se puede extraer al mismo tiempo el premolar subyacente: es lo que se conoce como *enucleación*. No obstante, siempre que sea posible debe evitarse la enucleación, ya que el premolar arrastra consigo hueso alveolar al erupcionar. La enucleación precoz puede dar lugar a un defecto óseo persistente.

El aumento de la sobremordida que hemos mencionado previamente puede convertirse en un problema durante el tratamiento posterior. Para intentar controlar este problema se puede modificar la secuencia de extracción. Se retienen los caninos primarios inferiores y se extraen en su lugar los primeros molares primarios para poder disponer de algo de espacio para la alineación anterior cuando erupcionen los incisivos laterales permanentes. Con esta medida se favorece la erupción de los

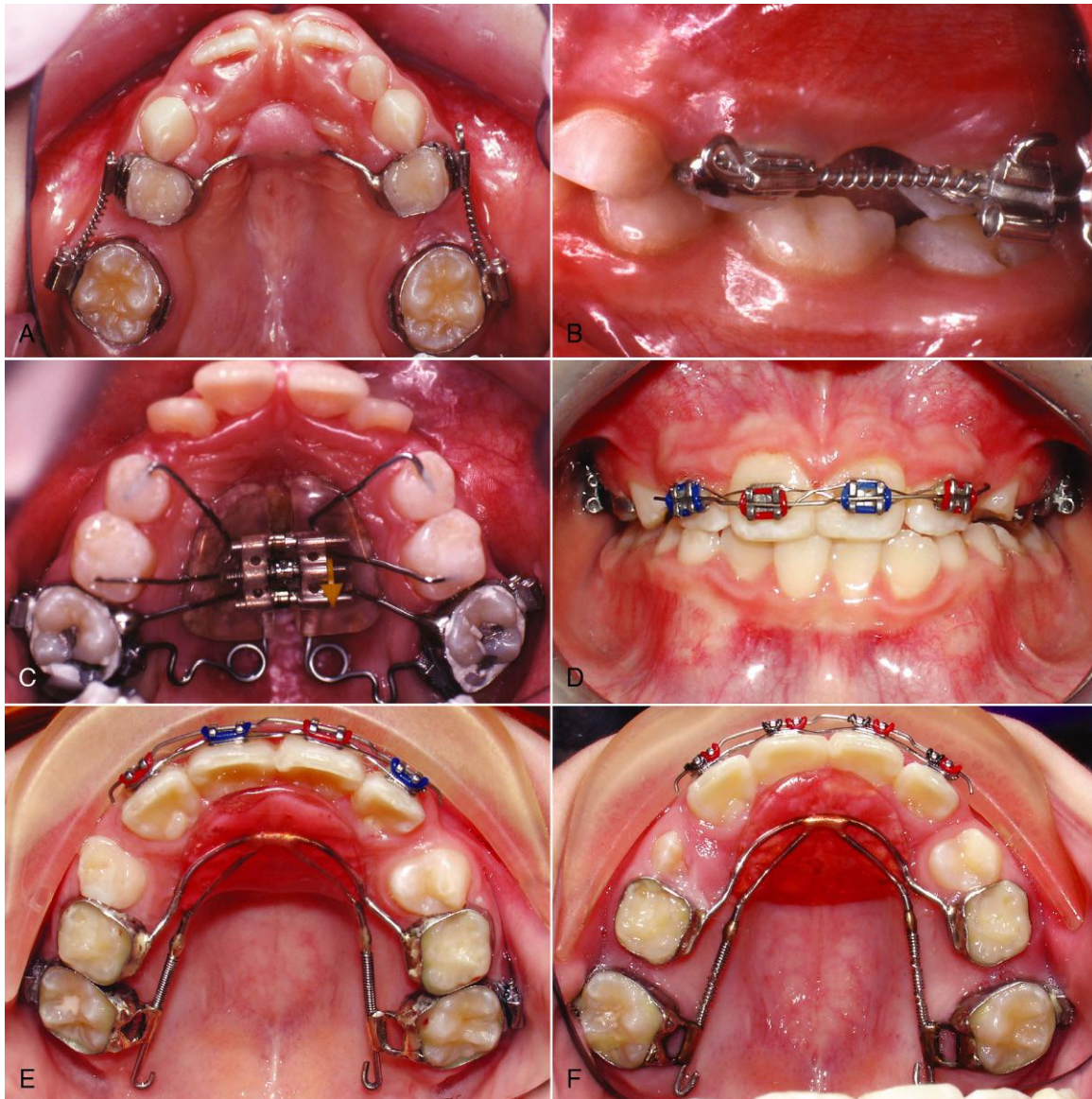


FIGURA 12-25 Se pueden emplear distintos métodos para distalizar los molares con el objeto de incrementar el perímetro de la arcada, siempre que se establezca el diagnóstico correcto y se pueda aceptar la protrusión de los incisivos que suele producirse en estos casos. **A y B.** Unos muelles bilaterales proporcionan la fuerza, a la que se opone el anclaje de los molares primarios y el paladar mediante un arco de Nance. **C.** También se puede usar un aparato de péndulo, que obtiene igualmente su anclaje en el paladar pero utiliza resortes helicoidales para generar la fuerza necesaria. **D-F.** Este aparato fijo utiliza también anclaje palatino y dental y resortes helicoidales de NiTi para deslizar los molares por unos alambres linguales muy gruesos. Una vez colocado el aparato, se puede vigilar hasta que se consigue el movimiento dental deseado, y después se puede modificar para que actúe a modo de retenedor. (**A-C** por cortesía del Dr. M. Mayhew.)

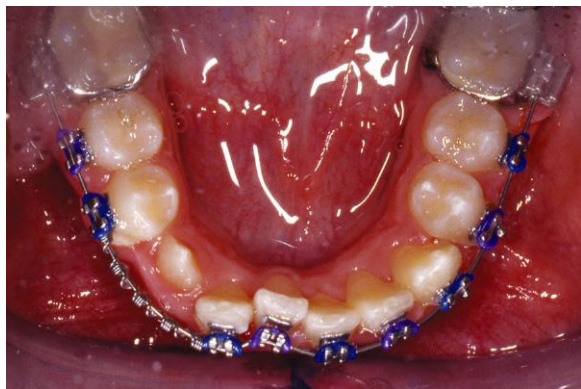


FIGURA 12-26 Para tratar un apiñamiento y una irregularidad inferiores importantes durante la dentición mixta, lo mejor es utilizar anclajes embandados/cementados y un arco de alambre. Este paciente tiene un apiñamiento y una irregularidad que aconsejan el tratamiento con un aparato fijo. Se ha utilizado un muelle superelástico para crear espacio con el fin de que erupcione el canino inferior derecho.

primeros premolares permanentes, y los incisivos son menos propensos a la inclinación lingual (fig. 12-30). Sin embargo, el objetivo prioritario de la extracción seriada consiste en prevenir el apiñamiento de los incisivos y, a menudo, persiste algo de apiñamiento si se retienen los caninos primarios. Muchos pacientes con apiñamiento grave pierden los caninos primarios como consecuencia de la erupción ectópica de los incisivos laterales, y no es posible retenerlos.

Una vez que se ha extraído el primer premolar, los segundos molares primarios deben exfoliarse normalmente. Los espacios dejados por la extracción de los premolares se cierran en parte por la deriva mesial de los segundos molares y los primeros molares permanentes, pero fundamentalmente por la erupción distal de los caninos. Generalmente, si no se utiliza mecanoterapia tras la extracción seriada no se consigue una alineación ideal, no se colocan correctamente las raíces, no se corrige la sobremordida profunda y no se cierran los espacios (fig. 12-31).

El texto continúa en la página 470.



FIGURA 12-27 **A.** Este paciente se sometió a una distalización de los molares soportada con un dispositivo de anclaje temporal (DAT) durante la dentición mixta tardía para acomodar el apiñamiento inicial, y a un plan de tratamiento sin extracciones. Esto no es aconsejable en pacientes mucho menores de 12 años, debido a que el hueso no tiene suficiente densidad, y a la consiguiente inestabilidad de los DAT. **B.** El armazón de alambre soporta los DAT en el paladar anterior con la fuerza distal proporcionada por los resortes helicoidales. Los dientes anteriores no ofrecen ningún anclaje. **C.** Movimiento dental adecuado con unos DAT intactos al término de la distalización activa, incluso una vez que han erupcionado los segundos molares. **D.** El arco de retención final.

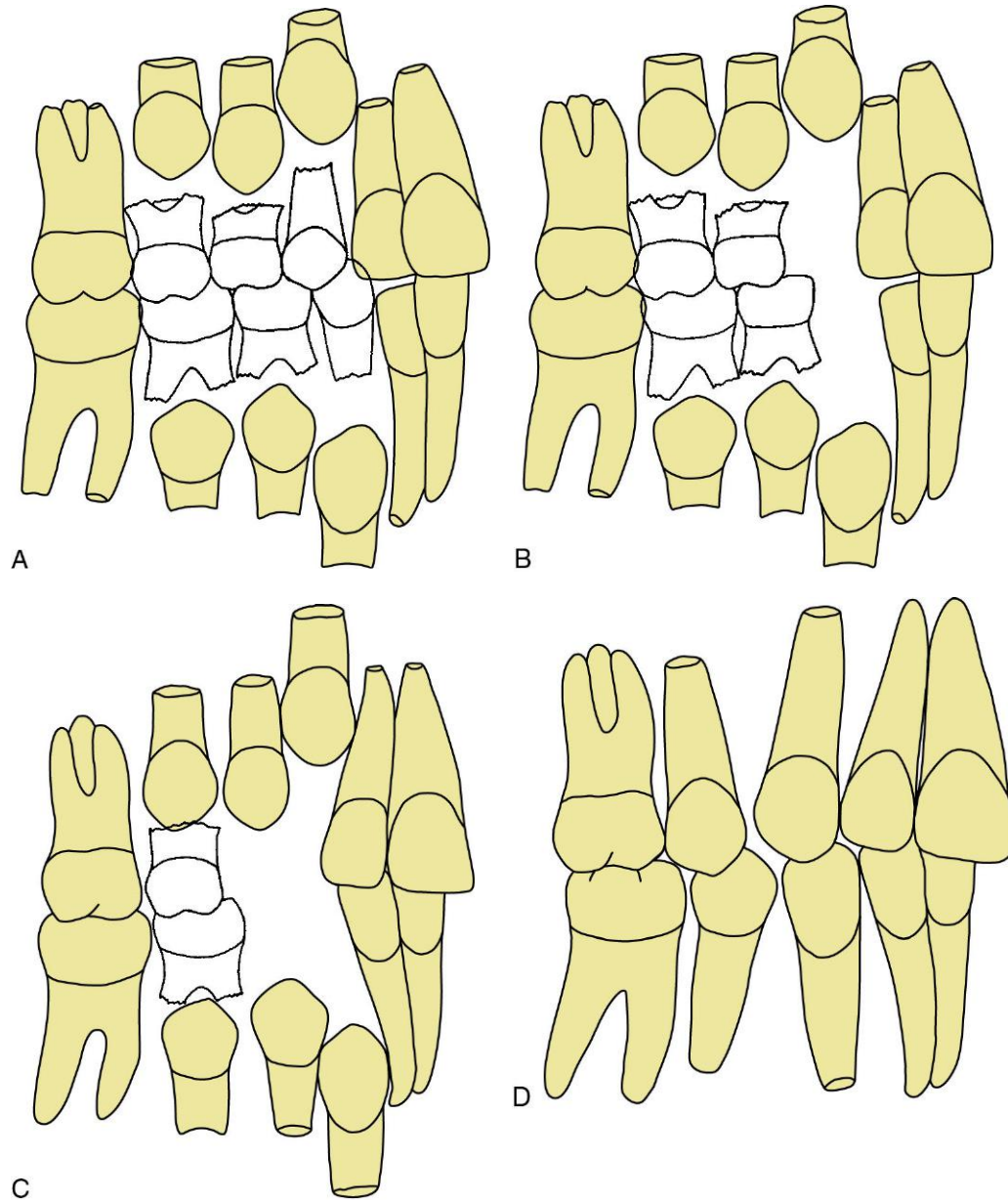


FIGURA 12-28 La extracción seriada sirve para aliviar las discrepancias importantes en la longitud de las arcadas. **A.** El diagnóstico inicial se establece cuando se documenta una deficiencia importante de espacio y se observa un apiñamiento marcado de los incisivos. **B.** Se extraen los caninos primarios para dejar espacio para que se alineen los incisivos. **C.** Se extraen los primeros molares primarios una vez que se haya formado la mitad o dos tercios de la raíz de los primeros premolares, para acelerar la erupción de estos dientes. **D.** Una vez que han erupcionado, se extraen los primeros premolares y los caninos pueden erupcionar hacia el espacio dejado tras la extracción. El espacio residual se cierra gracias a la deriva y la inclinación de los dientes posteriores, a menos que se prescriba un tratamiento con aparatos completos.

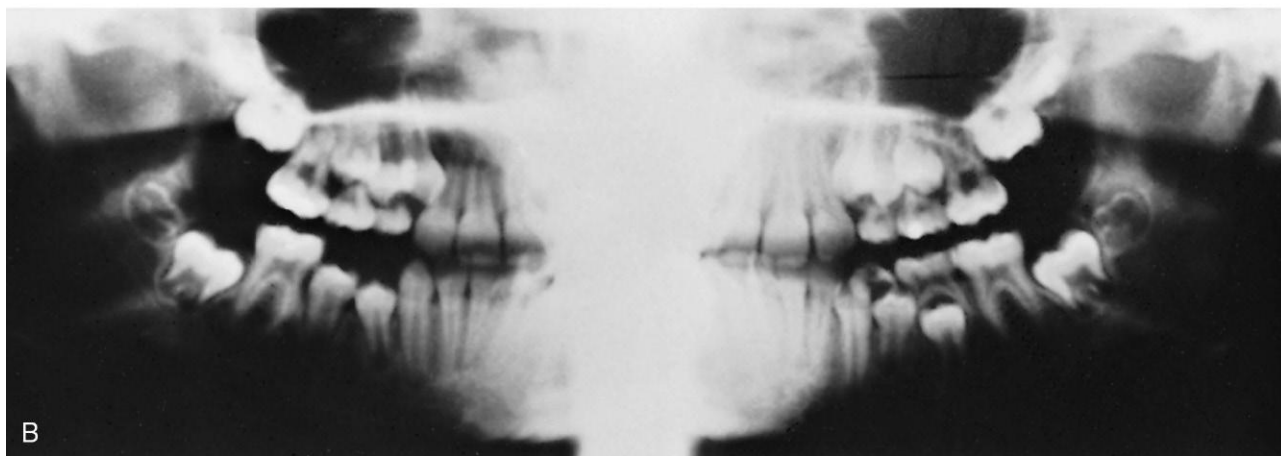
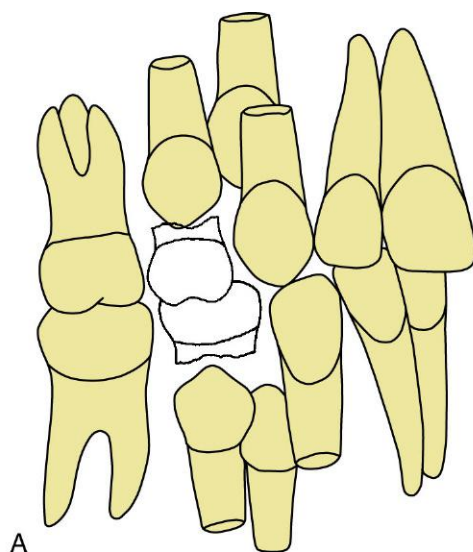


FIGURA 12-29 Una posible complicación de la extracción seriada es la erupción prematura de los caninos permanentes. **A.** En ese caso, los primeros premolares quedan impactados entre los caninos y los segundos premolares. **B.** Normalmente, en estas circunstancias (obsérvese el cuadrante inferior derecho de este paciente) hay que extraer quirúrgicamente los primeros premolares (una intervención que recibe a veces el nombre de *enucleación*).

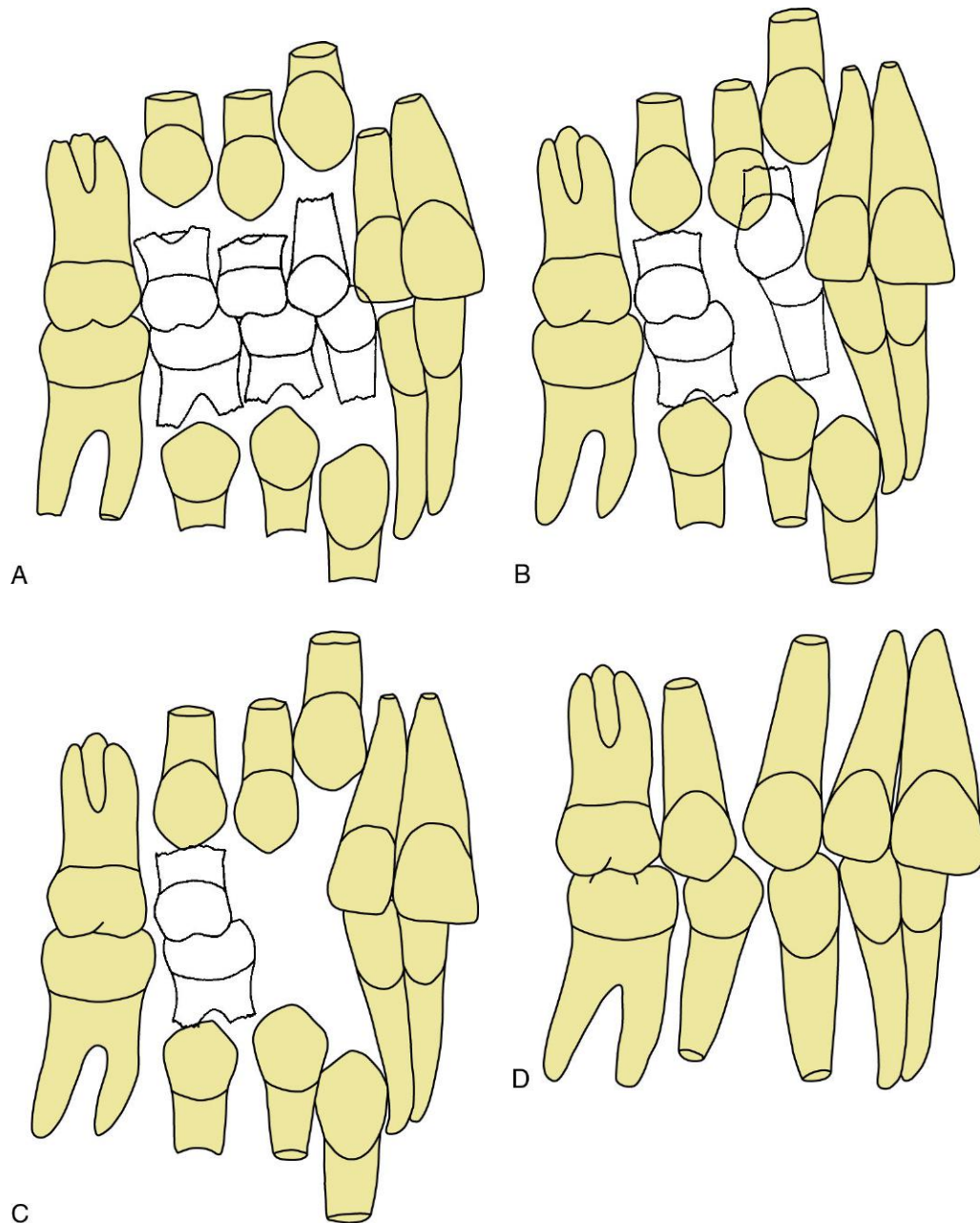


FIGURA 12-30 **A.** Se puede utilizar una alternativa a la extracción seriada algo más tarde, pero en las mismas condiciones, **(B)** comenzando por la extracción de los primeros molares primarios para que haya menos inclinación lingual de los incisivos y menos tendencia a que se desarrolle una mordida profunda. Además, la extracción de los primeros molares primarios favorece la erupción precoz de los primeros premolares. **C.** Cuando han erupcionado los primeros premolares, se procede a extraerlos, y los caninos pueden erupcionar hacia el espacio de extracción que ha quedado. **D.** El espacio residual se cierra gracias a la deriva y la inclinación de los dientes posteriores, a menos que se prescriba un tratamiento con aparatos completos.

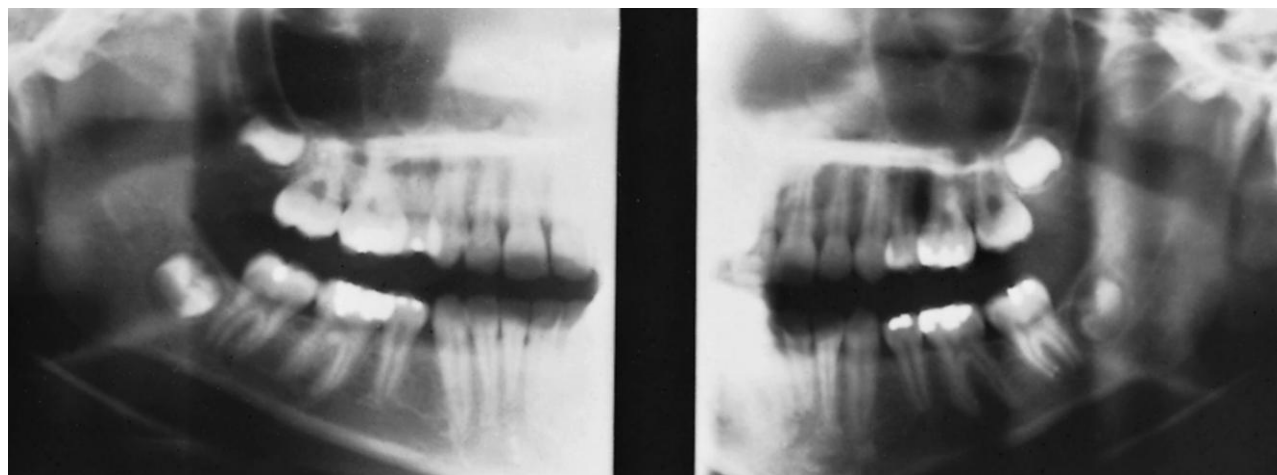


FIGURA 12-31 Este paciente se sometió a una extracción seriada, sin un tratamiento posterior con aparatos fijos, con un resultado excelente. La extracción seriada programada correctamente suele producir un cierre incompleto del espacio. Los dientes realizan un movimiento de deriva y se juntan inclinándose, por lo que las raíces del canino y el segundo premolar no quedan paralelas. Se puede solucionar la falta de paralelismo radicular, el espacio residual y otras irregularidades mediante un tratamiento posterior con aparatos fijos.

Las extracciones seriadas eran mucho más frecuentes hace 20-30 años que ahora. Entonces se abusaba de este método, y probablemente ahora esté infrautilizado. Puede ser un complemento muy útil del tratamiento y reducir la duración del tratamiento global si se utiliza correctamente, pero es necesario elegir cuidadosamente a los candidatos y supervisarlos estrechamente durante su desarrollo. No es ni mucho menos una panacea para el tratamiento del apiñamiento.

Apiñamiento en el límite: ¿qué hacer?

Si la extracción prematura está indicada únicamente en los casos contados de apiñamiento extremo y la expansión precoz ofrece pocas ventajas en relación con la expansión durante el tratamiento global posterior, ¿cuál es el mejor tratamiento para los dientes irregulares y moderadamente apiñados durante la dentición mixta? En la mayoría de los casos, lo mejor es mantener simplemente todas las opciones abiertas para el tratamiento global posterior que estos niños necesitarán. A menos que el apiñamiento sea muy marcado, si se mantiene el espacio de deriva durante la última parte de la transición a la dentición permanente el tratamiento sin extracciones tienen más probabilidades de éxito si se dispone de espacio adecuado o en el límite. A menudo, la extracción prematura de los caninos primarios puede proporcionar espacio para una cierta alineación espontánea de los incisivos permanentes y también puede reducir el riesgo de impactación de los caninos, pero es necesario utilizar un arco lingual inferior para conservar el espacio y mantener abierta la opción de la no extracción al hacerlo. Aparte de esto, el tratamiento precoz con aparatos tiene unas ventajas cuestionables y debe sopesarse la mayor carga terapéutica con unos efectos beneficiosos adicionales escasos o nulos.

Bibliografía

- Papadopoulos MA, Chatzoudi M, Kaklamanos EG. Prevalence of tooth transposition. A meta-analysis. *Angle Orthod* 80:275-285, 2010.
- Garib DG, Peck S, Gomes SC. Increased occurrence of dental anomalies associated with second-premolar agenesis. *Angle Orthod* 79:436-441, 2009.
- Shapira Y, Kufninec MM. Intrabony migration of impacted teeth. *Angle Orthod* 73:738-743, 2003.
- Peck S, Peck L. Classification of maxillary tooth transpositions. *Am J Orthod Dent Orthop* 107:505-517, 1995.
- Frazier-Bowers SA, Simmons D, Wright JT, et al. Primary failure of eruption and PTH1R: the importance of a genetic diagnosis for orthodontic treatment planning. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:160.e1-e7; discussion 160-161, 2010.
- Hölttä P, Alaluusua S, Saarinen-Pihkala UM, et al. Agenesis and microdontia of permanent teeth as late adverse effects after stem cell transplantation in young children. *Cancer* 103:181-190, 2005.
- Hölttä P, Hovi L, Saarinen-Pihkala UM, et al. Disturbed root development of permanent teeth after pediatric stem cell transplantation. Dental root development after SCT. *Cancer* 103:1484-1493, 2005.
- Iglesias-Linares A, Yáñez-Vico RM, Solano-Reina E, et al. Influence of bisphosphonates in orthodontic therapy: systematic review. *J Dent Res* 38:603-611, 2010.
- Brin I, Ben-Bassat Y, Heling I, et al. The influence of orthodontic treatment on previously traumatized permanent incisors. *Eur J Orthod* 13:372-377, 1991.
- Bauss O, Röhling J, Meyer K, et al. Pulp vitality in teeth suffering trauma during orthodontic therapy. *Angle Orthod* 79:166-171, 2009.
- Andreasen JO, Bakland LK, Andreasen FM. Traumatic intrusion of permanent teeth. Part 3. A clinical study of the effect of treatment variables such as treatment delay, method of repositioning, type of splint, length of splinting and antibiotics on 140 teeth. *Dent Traumatol* 22:99-111, 2006.
- Wigen TI, Agnalt R, Jacobsen I. Intrusive luxation of permanent incisors in Norwegians aged 6-17 years: a retrospective study of treatment and outcome. *Dent Traumatol* 24:612-618, 2008.
- Bauss O, Schäfer W, Sadat-Khonsari R, et al. Influence of orthodontic extrusion on pulpal vitality of traumatized maxillary incisors. *J Endodont* 36:203-207, 2010.
- Bauss O, Röhling J, Sadat-Khonsari R, et al. Influence of orthodontic intrusion on pulpal vitality of previously traumatized maxillary permanent incisors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 134:12-17, 2008.
- Bauss O, Röhling J, Rahman A, et al. The effect of pulp obliteration on pulpal vitality of orthodontically intruded traumatized teeth. *J Endodont* 34:417-420, 2008.
- Esteves T, Ramos AL, Pereira CM, et al. Orthodontic root resorption of endodontically treated teeth. *J Endodont* 33:119-122, 2007.
- Rodd HD, Davidson LE, Livesey S, et al. Survival of intentionally retained permanent incisor roots following crown root fractures in children. *Dent Traumatol* 18:92-97, 2002.

18. Little R, Riedel R. Postretention evaluation of stability and relapse—mandibular arches with generalized spacing. *Am J Orthod* 95:37-41, 1989.
19. Paulsen HU, Andreasen JO, Schwartz O. Tooth loss treatment in the anterior region: autotransplantation of premolars and cryopreservation. *World J Orthod* 7:27-34, 2006.
20. Zachrisson BU, Stenvik A, Haanaes HR. Management of missing maxillary anterior teeth with emphasis on autotransplantation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 126:284-288, 2004.
21. Bauss O, Sadat-Khonsari R, Engelke W, et al. Results of transplanting developing third molars as part of orthodontics space management. Part 2. Results following the orthodontic treatment of transplanted developing third molars in cases of aplasia and premature loss of teeth with atrophy of the alveolar process. *J Orofac Orthop* 64:40-47, 2003.
22. Lutz HD, Poulton D. Stability of dental arch expansion in the deciduous dentition. *Angle Orthod* 55:299-315, 1985.
23. O'Grady PW, McNamara JA Jr, Baccetti T, et al. A long-term evaluation of the mandibular Schwarz appliance and the acrylic splint expander in early mixed dentition patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 130:202-213, 2006.
24. McNamara JA Jr, Sigler LM, Franchi L, et al. Changes in occlusal relationships in mixed dentition patients treated with rapid maxillary expansion. A prospective clinical study. *Angle Orthod* 80:230-238, 2010.
25. Baumrind S, Korn EL, Isaacson RJ, et al. Quantitative analysis of orthodontic and orthopedic effects of maxillary traction. *Am J Orthod* 84:384-398, 1983.
26. Antonarakis GS, Kiliaridis S. Maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances in Class II malocclusion. A systematic review. *Angle Orthod* 78:1133-1140, 2008.
27. Polat-Ozsoy O, Kircelli BH, Arman-Ozçirpici A, et al. Pendulum appliances with 2 anchorage designs: conventional anchorage vs. bone anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133(339.):e9-339e17, 2008.
28. Hotz RP. Guidance of eruption versus serial extraction. *Am J Orthod* 58:1-20, 1970.

CAPÍTULO

13

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS ESQUELÉTICOS EN NIÑOS Y PREADOLESCENTES

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

PRINCIPIOS EN LA PROGRAMACIÓN DE LA MODIFICACIÓN DEL CRECIMIENTO

- Programación en relación con la cantidad de crecimiento que queda
- Elección del momento más oportuno para los diferentes planos del espacio
- Programación del tratamiento en relación con el cumplimiento por parte del paciente

TRATAMIENTO DE LA CONSTRICCIÓN TRANSVERSAL DEL MAXILAR SUPERIOR

- Expansión palatina en la dentición primaria y la dentición mixta precoz
- Expansión palatina en la dentición mixta tardía

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE CLASE III

- Deficiencia anteroposterior y vertical del maxilar superior
- Exceso mandibular

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE CLASE II

- Posibles formas de tratamiento
- Componentes de los aparatos funcionales de clase II fijos y de quita y pon
- Fuerza extraoral: casquete

PROBLEMAS VERTICALES Y ANTEROPOSTERIORES COMBINADOS

- Cara corta/mordida profunda
- Cara alargada/mordida abierta

ASIMETRÍA FACIAL EN NIÑOS

Siempre que existe una discrepancia intermaxilar, la solución ideal consiste en modificar el crecimiento facial del niño, de manera que el problema esquelético se corrija merced al mayor o menor crecimiento del maxilar superior o inferior (fig. 13-1). Desgraciadamente, no siempre es posible esa solución ideal,

aunque la modificación del crecimiento puede resolver con éxito los problemas esqueléticos. En el capítulo 7 se explicaba el plan de tratamiento para los problemas esqueléticos y lo que hemos aprendido acerca del momento más indicado para dicho tratamiento. En este capítulo repasamos brevemente aquellos aspectos de la programación de tratamiento que ya habíamos presentado anteriormente, pero nos centramos en el tratamiento clínico dirigido a modificar el crecimiento. Normalmente, para conseguirlo se aplican fuerzas directamente sobre los dientes, y de forma secundaria e indirecta sobre las estructuras esqueléticas, en vez de actuar directamente sobre los huesos. Es inevitable que se produzca algún movimiento dental además de algunos cambios en las relaciones esqueléticas. Actualmente podemos aplicar la fuerza directamente sobre el hueso utilizando implantes provisionales, miniplacas o tornillos óseos (v. capítulo 10). Es probable que este método se utilice cada vez más en el futuro debido a que los cambios dentales que induce la modificación del crecimiento son indeseables en muchos casos (pero no siempre). Si se produce un movimiento excesivo de los dientes (ya se deba a un defecto en el plan de tratamiento, a un control biomecánico defectuoso o a la falta de cumplimiento del tratamiento), la modificación del crecimiento puede resultar incompleta e insatisfactoria.

Hemos organizado el material de este capítulo dentro del contexto del problema principal del niño. En algunos casos se dispone de una descripción muy exacta: el maxilar superior o inferior es claramente defectuoso debido a su posición y tamaño, y la maloclusión se debe casi exclusivamente a la discrepancia intermaxilar. Con más frecuencia, el problema incluye también algunos componentes dentales, con un desplazamiento de los dientes respecto del hueso de soporte en uno o en todos los planos del espacio y/o apiñamiento/separación en las arcadas dentales. En tales casos, el tratamiento debe basarse en las soluciones para el conjunto de problemas de ese paciente en concreto. En particular, algunos cambios dentales que pueden representar efectos secundarios indeseados en algunos pacientes pueden resultar

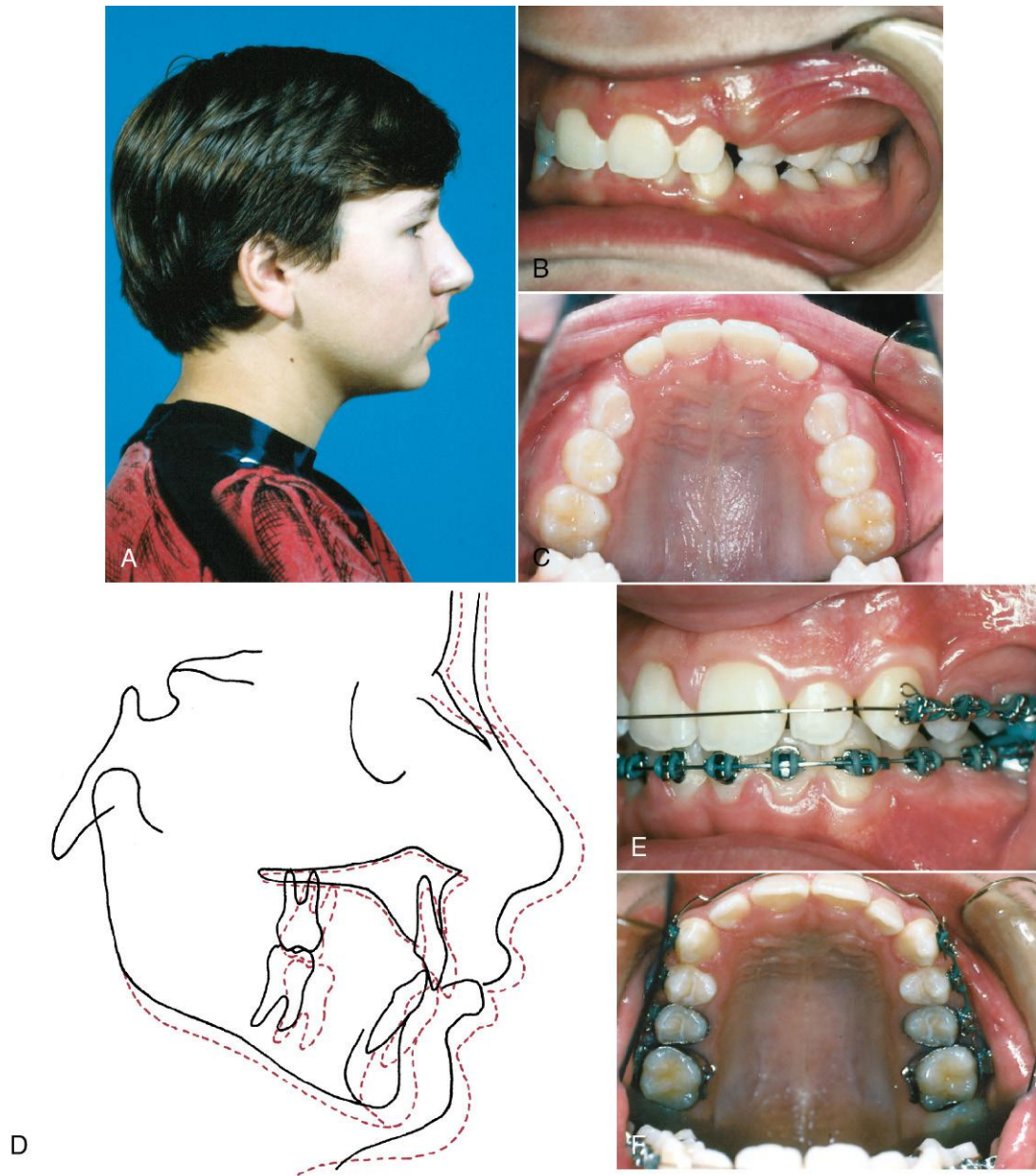


FIGURA 13-1 A-C. A la edad de 11 años y 10 meses, este niño acudió a tratamiento por un traumatismo en sus dientes anteriores prominentes y por el apiñamiento que se estaba desarrollando en la arcada superior, donde no había espacio para los caninos permanentes. Presentaba una maloclusión esquelética de clase II, debida principalmente a una deficiencia mandibular. Los incisivos maxilares centrales estaban dañados (uno de ellos tenía una fractura radicular), por lo que el plan de tratamiento debía incluir un casquete cervical para estimular un crecimiento mandibular diferenciado y crear espacio en la arcada superior. D. Quince meses de tratamiento con un casquete durante el estirón puberal produjeron una mejoría significativa de las relaciones intermaxilares con un crecimiento anterior diferenciado del maxilar inferior, y crearon casi el espacio suficiente para situar los caninos superiores dentro de la arcada. E y F. Se colocó un aparato fijo parcial, evitando los incisivos superiores traumatizados hasta el final del tratamiento, y se emplearon unos elásticos ligeros de clase II por fuera de un arco inferior estabilizado.

(Continúa)

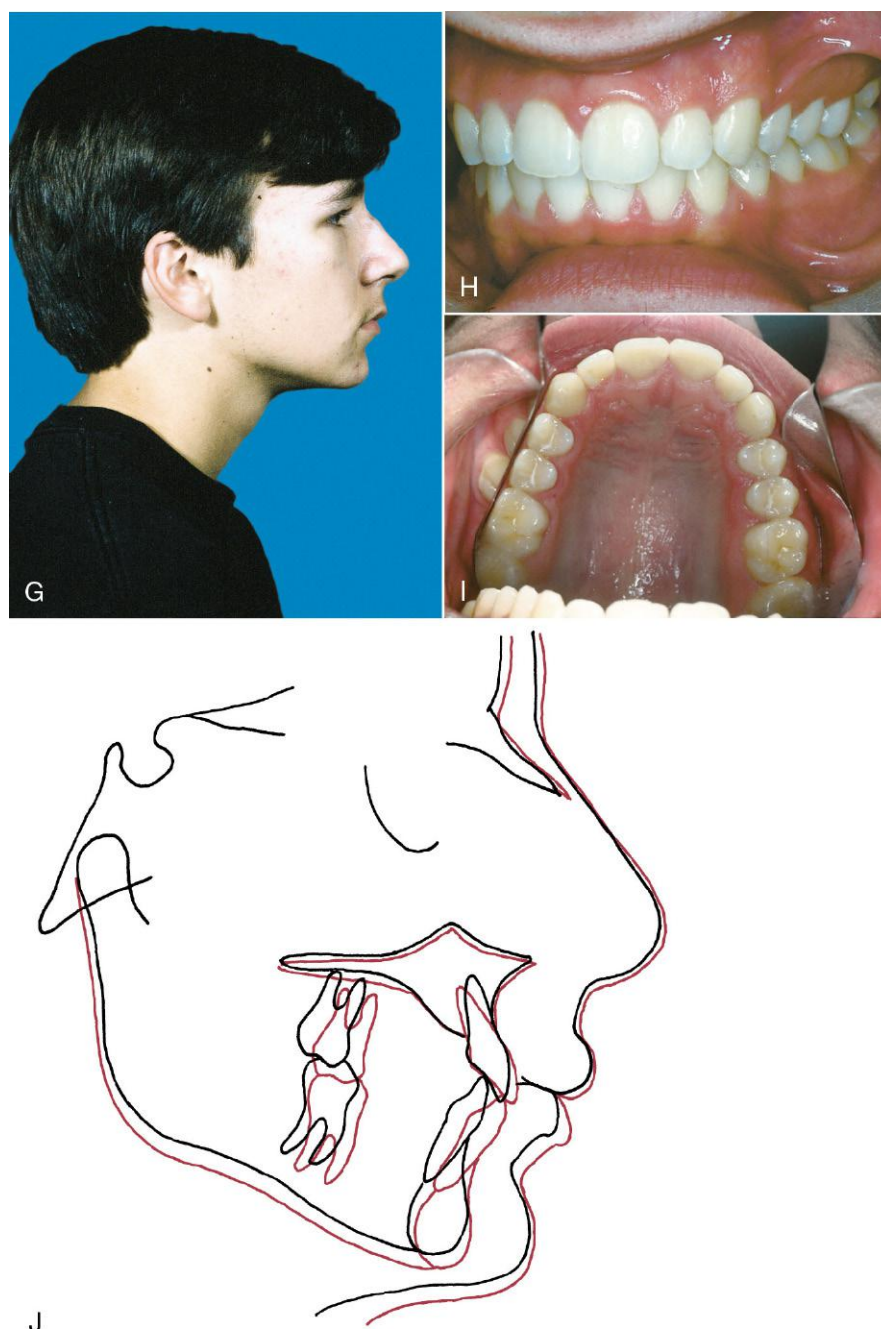


FIGURA 13-1 (cont.) G-I. La segunda fase de tratamiento de 15 meses produjo unas relaciones dentales excelentes, pero se observa en las superposiciones cefalométricas (J) que se produjo un crecimiento anteroposterior mínimo. Esto demuestra la importancia que tiene iniciar el tratamiento de modificación del crecimiento en la dentición mixta en aquellos niños en los que la edad esquelética va por delante de la edad dental.

bastante útiles en otros. Por este motivo, en este capítulo repasamos detalladamente los efectos primarios (esqueléticos) y secundarios (dentales) de los diferentes aparatos.

PRINCIPIOS EN LA PROGRAMACIÓN DE LA MODIFICACIÓN DEL CRECIMIENTO

Al considerar la posibilidad de modificar el crecimiento en un niño preadolescente o adolescente conviene tener presentes tres principios muy importantes: 1) si empezamos a modificar el

crecimiento demasiado tarde, el tratamiento no dará resultado; pero si empezamos demasiado pronto, se prolongará demasiado; 2) el crecimiento sigue un esquema cronológico diferente para los tres planos del espacio, y 3) en el cumplimiento del tratamiento por parte de los niños influyen tanto su grado de madurez como la dificultad para poner en práctica lo que el odontólogo desea.

Programación en relación con la cantidad de crecimiento que queda

Cualquiera que sea el tipo de aparato que se utilice o el efecto que se quiera conseguir sobre el crecimiento, para poder modificarlo

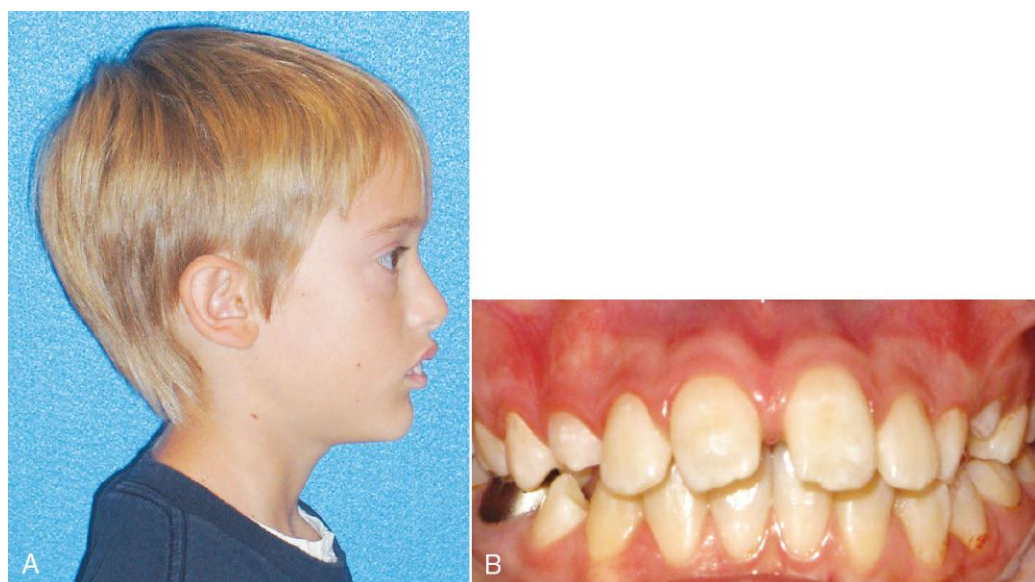


FIGURA 13-2 A. Este paciente tiene un perfil convexo de clase II con unos dientes expuestos a posibles traumatismos como consecuencia de la protrusión y el resalte (B). Ya se observan algunas fracturas en el esmalte por traumatismos leves. En este caso se puede considerar la posibilidad del tratamiento precoz con el objeto de reducir el riesgo de más traumatismos.

es necesario que el paciente esté creciendo. El crecimiento debe modificarse antes de que concluya el estirón puberal, o los efectos sobre el mismo serán mínimos. En teoría, se puede modificar en cualquier momento hasta ese punto final.

Dado el crecimiento tan rápido que experimentan los niños durante los años de la dentición primaria, podría parecer que el tratamiento de las discrepancias intermaxilares mediante la modificación del crecimiento debería dar buenos resultados a una edad muy temprana. La razón para el tratamiento muy precoz a los 4-6 años es que, debido a la velocidad de crecimiento y a los componentes esqueléticos más pequeños y plásticos, se podrían solucionar discrepancias esqueléticas importantes en muy poco tiempo. Se ha investigado y confirmado esta posibilidad. La otra razón sería que, una vez corregidas las discrepancias intermaxilares, un funcionamiento correcto favorecerá un crecimiento armonioso posterior, sin necesidad de más tratamiento.

Si así fuera, el tratamiento muy precoz durante la dentición primaria estaría indicado en muchas discrepancias esqueléticas. Desgraciadamente, aunque la mayoría de las discrepancias intermaxilares anteroposteriores y verticales pueden corregirse durante los años de la dentición primaria, se producen recidivas debido a que continúa el crecimiento de acuerdo con el patrón desproporcionado original. Si se les trata muy prematuramente, los niños suelen necesitar tratamiento adicional durante la dentición mixta y nuevamente durante la dentición permanente precoz para poder mantener la corrección. A efectos prácticos, el tratamiento ortodóncico prematuro para los problemas esqueléticos se restringe actualmente a los años de la dentición mixta, y es necesaria una segunda fase de tratamiento durante la adolescencia.

Por el contrario, cabría pensar que como durante la dentición permanente se necesitará tratamiento de todos modos, no merece la pena iniciarlo hasta entonces. Retrasar tanto el tratamiento puede causar dos problemas potenciales: 1) para cuando erupcionen los caninos, los premolares y los segundos molares puede que no quede crecimiento suficiente para una modificación eficaz, especialmente en las chicas, y 2) a algunos niños que lo necesitan se

les negarían los efectos psicosociales beneficiosos del tratamiento durante un período muy importante de su desarrollo.

Actualmente, sabemos que un niño con una discrepancia intermaxilar puede beneficiarse del tratamiento durante la preadolescencia si los problemas estéticos y sociales resultantes son considerables. También está indicado el tratamiento cuando el niño tiene un perfil dental y esquelético muy expuesto a los traumatismos, como el resalte excesivo y la protrusión de los incisivos que suelen acompañar a las relaciones de clase II (fig. 13-2). Los datos confirman que estas personas sufren más traumatismos dentales.¹ El tipo y la magnitud de los traumatismos varían considerablemente, y no se ha podido documentar la posibilidad de prevenir las lesiones mediante un tratamiento precoz para reducir el resalte debido a que a menudo se realiza durante el período de mayor prevalencia de lesiones o después del mismo. No obstante, probablemente convenga considerar la posibilidad de reducir el resalte en la mayoría de los niños propensos a los accidentes. En cada caso hay que sopesar los beneficios del tratamiento precoz con los riesgos y los costes de la prolongación de la duración total de tratamiento.

Elección del momento más oportuno para los diferentes planos del espacio

El momento de maduración oportuno y la posibilidad de inducir un cambio en los diferentes planos faciales del espacio no son uniformes. El crecimiento del maxilar superior en el plano transversal (el primero en el que cesa el crecimiento) se detiene cuando empieza a formarse el primer puente en la sutura palatina media, no cuando esta se ha fusionado completamente. Esto suele implicar que al comienzo de la adolescencia terminaría normalmente el aumento de la anchura palatina, y que para poder alterarla mecánicamente con algún aparato en una etapa posterior se necesitarían fuerzas más intensas. Por consiguiente, la expansión transversal del maxilar superior resulta más fisiológica si se lleva a cabo antes de la adolescencia.

El crecimiento facial anteroposterior es especialmente evidente en las maloclusiones de clase II y clase III, ya que ambos maxilares se desplazan hacia delante. En la mayoría de los casos, estos cambios continúan hasta el final de la adolescencia, normalmente hasta los 15-16 años y en algunos varones hasta el final de esa década. Esto significa que tanto los cambios del tratamiento como los fallos a la hora de intentar controlar el crecimiento pueden prolongarse hasta mediados y finales de la segunda década, y más allá. Por consiguiente, no está muy clara la urgencia del tratamiento prematuro (preadolescente). Los pequeños cambios hacia el final del período de crecimiento no tienen utilidad terapéutica, pero pueden echar a perder la retención del tratamiento completado.

El crecimiento facial vertical es el último en detenerse. Curiosamente, se ha podido detectar este crecimiento durante la tercera década en ambos sexos. El crecimiento vertical es muy difícil de controlar debido a la extraordinaria duración del período de crecimiento (v. capítulos 3 y 4). Por consiguiente, es importante establecer planes diferentes para problemas diferentes. Aparentemente, la expansión palatina es más urgente en los primeros años, la modificación del crecimiento anteroposterior es más una actividad de la fase media de crecimiento, y para el control vertical hay que actuar más tarde, si es que se puede conseguir algo.

Parece que la forma de evaluar las etapas del crecimiento y la programación del tratamiento es lo que marca las diferencias; los distintos métodos tienen partidarios y detractores, dependiendo del método de evaluación. El método de estadificación de la maduración vertebral cervical (CVMS) relacionado con los cambios en el crecimiento mandibular que se describe en el capítulo 3 puede proporcionar unos resultados muy diferentes a los de una programación del tratamiento basada en el cálculo de la maduración esquelética basado en radiografías de la mano-muñeca. De hecho, existen diferencias de opinión acerca de la conveniencia de cada una de estas técnicas o incluso sobre la forma de aplicar el método CVMS. Puede que el uso más fiable, válido y crítico del método CVMS sea la distinción entre las fases de crecimiento máximo premandibular y posmandibular. Teniendo en cuenta la dosis de radiación tan reducida (ya que se puede disponer de las imágenes como parte de la radiografía cefalométrica), la sencillez de aprendizaje y la gran exactitud del método CVMS entre los asesores del crecimiento no radiólogos (como odontólogos y ortodoncistas), este método resulta muy atractivo y seguramente seguirá evolucionando.

Programación del tratamiento en relación con el cumplimiento por parte del paciente

En el cumplimiento del tratamiento por parte del paciente influyen tanto la madurez relativa del mismo como la carga que representa dicho tratamiento en su opinión. A la hora de programar el momento más indicado para las diferentes intervenciones terapéuticas hay que tener en cuenta su eficacia y la influencia en la práctica de la probable tolerancia y cumplimiento por parte del paciente. No se trata de evaluar si se puede realizar un cambio, sino de determinar si dicho cambio merece la pena desde los puntos de vista del tiempo necesario, los gastos que conlleva y su impacto sobre el comportamiento, y los tratamientos alternativos como la cirugía.

Al comentar a continuación las diferentes técnicas de tratamiento, revisaremos las pruebas que respaldan el momento más indicado para los diferentes métodos, y analizaremos la ejecución de los procedimientos terapéuticos.

TRATAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN TRANSVERSAL DEL MAXILAR SUPERIOR

La constricción esquelética del maxilar superior se caracteriza por una bóveda palatina muy estrecha (v. fig. 6-71). Puede corregirse abriendo la sutura palatina media, con lo que se ensancha el techo de la boca y el suelo de la nariz. Esta expansión transversal permite corregir la mordida cruzada posterior que existe casi siempre (de hecho, la presencia de unos maxilares superior e inferior estrechos con una oclusión normal no debe considerarse un problema solo porque las anchura de ambos maxilares estén por debajo de la media de la población). En ocasiones, la expansión adelanta ligeramente el maxilar superior (pero es igualmente probable que lo retrase),² incrementa el espacio en la arcada³ y recoloca los brotes dentales permanentes subyacentes que se mueven junto con el hueso en el que están incluidos. La expansión palatina puede llevarse a cabo en cualquier momento antes de que termine el estirón puberal. Las principales razones para hacerlo antes son: eliminar desviaciones mandibulares durante el cierre, proporcionar más espacio para la erupción de los dientes superiores, limitar la distorsión de las arcadas dentales y la posible abrasión dental por las interferencias de los dientes anteriores, y reducir la posibilidad de una asimetría mandibular esquelética.⁴ El tratamiento resulta más sencillo cuando la sutura palatina media no está fusionada o solo se han formado pequeños puentes iniciales, de manera que no hay que practicar microfracturas extensas para separar ambas mitades del paladar (es decir, cuando la expansión se realiza antes de la adolescencia).

En niños preadolescentes se pueden utilizar tres métodos para expandir el paladar: 1) una placa dividida de quita y pon con un tornillo de expansión o un resorte fuerte en la línea media; 2) un arco lingual, a menudo de diseño en W o de Quad hélix, o 3) un expansor palatino fijo con un tornillo de expansión, que puede anclarse a unas bandas o incorporarse a un aparato cementado. Las placas de quita y pon y los arcos linguales producen una expansión lenta. El expansor fijo puede activarse para una expansión rápida (0,5 mm o más cada día), semirrápida (0,25 mm/día) o lenta (1 mm/semana). Con cualquiera de estos métodos hay que plantearse las siguientes preguntas: ¿consigue la expansión? ¿Tiene efectos secundarios iatrogénos? ¿La expansión es estable?

Expansión palatina en la dentición primaria y la dentición mixta precoz

Dado que se necesita menos fuerza para abrir la sutura en los niños más pequeños, la expansión palatina resulta relativamente sencilla. En la dentición mixta precoz los tres tipos de aparatos de expansión producen cambios esqueléticos y dentales.⁵ A pesar de ello, *no* es igualmente sensato utilizar cualquiera de los tres medios.

Con un aparato de quita y pon, la velocidad de expansión tiene que ser bastante lenta y la fuerza empleada durante el proceso debe ser más bien baja, debido a que una expansión más rápida genera fuerzas más intensas que dan problemas de retención del aparato. Es imprescindible utilizar varios ganchos que estén bien ajustados. Debido a la inestabilidad de los dientes durante el proceso de expansión, si el paciente no utiliza el aparato incluso durante un solo día es necesario ajustar el tornillo de expansión



FIGURA 13-3 Antes de la adolescencia, se puede abrir la sutura palatina media durante la expansión del maxilar superior empleando para ello distintos métodos. Esta radiografía oclusal tomada durante los años de la dentición primaria muestra la apertura de la sutura en respuesta a un aparato de arco en W.

(de lo que suele encargarse el odontólogo) para cerrar el aparato hasta que vuelva a encajar y se pueda reanudar la expansión. El cumplimiento estricto de las activaciones y el tiempo de uso resultan siempre problemáticos con estos aparatos. Para lograr una expansión adecuada con un aparato de quita y pon se puede necesitar tanto tiempo que el proceso no resulta rentable.

Se ha comprobado que los arcos linguales en W y de Quad hélix (v. capítulo 12) abren la sutura palatina media en los pacientes jóvenes (fig. 13-3). Generalmente, estos aparatos generan una fuerza de varios centenares de gramos e inducen una expansión lenta. Son relativamente limpios y razonablemente eficaces, y producen un tercio de cambios esqueléticos y dos tercios de cambios dentales, aproximadamente.²

También se pueden utilizar aparatos fijos de tornillo de expansión anclados a bandas o férulas cementadas durante el tratamiento prematuro de la constricción del maxilar superior, aunque conviene utilizarlos con precaución. El embandado de los molares permanentes y los segundos molares primarios es relativamente sencillo, pero puede haber más problemas para embandar los primeros molares primarios. Resulta bastante sencillo utilizar un aparato cementado en la dentición mixta, pero puede haber problemas para retirarlo si se utilizan técnicas de adhesión convencionales. Este aparato puede generar diferentes tipos de fuerzas.

Si lo comparamos con un arco lingual de expansión, un aparato fijo de tornillo de expansión presenta dos inconvenientes importantes en los niños pequeños. En primer lugar, es más voluminoso y más difícil de colocar y retirar. Inevitablemente, el paciente tiene problemas a la hora de limpiarlo, lo que da lugar a irritación de los tejidos blandos, y el paciente o sus padres deben encargarse de activar el aparato. En segundo lugar, un aparato de este tipo puede activarse rápidamente, lo que en los niños pequeños supone un inconveniente, y no una ventaja. Nunca se debe efectuar una expansión muy rápida en un niño pequeño. Se corre el riesgo de que la expansión rápida distorsione las estructuras faciales (v. fig. 7-8), y no se ha demostrado que un movimiento rápido y unas fuerzas intensas produzcan una expansión superior o más estable.

Muchos aparatos funcionales para el tratamiento de clase II (que describimos más adelante) incorporan algunos componentes para expandir la arcada superior, ya sean mecanismos que generan fuerzas intrínsecas como resortes y tornillos de expansión, o escudos bucales que reducen la presión de las mejillas sobre la

dentición. Cuando la arcada se expande durante el tratamiento con aparatos funcionales, es posible que contribuya en parte la apertura de la sutura palatina media, aunque no se conoce con exactitud la proporción exacta de cambios esqueléticos y dentales.

En conjunto, la expansión lenta con un arco lingual activo representa el método preferido para tratar la constricción del maxilar superior en los niños pequeños durante la dentición primaria y la dentición mixta precoz. Un aparato fijo de tornillo de expansión es una alternativa aceptable, siempre que se active lentamente y con cuidado. Parece que el resalte causado por los cambios dentales anteroposteriores no guarda una correlación constante con la expansión del maxilar superior.⁶

Expansión palatina en la dentición mixta tardía

Con la edad, la sutura palatina media se va interdigitando cada vez más; sin embargo, en la mayoría de las personas todavía es posible aumentar significativamente la anchura del maxilar superior hasta el final del estirón puberal (15-18 años de edad). En el capítulo 14 se explica más detalladamente la expansión en los adolescentes.

Incluso en la dentición mixta tardía, para expandir la sutura hay que aplicar a veces una fuerza relativamente intensa para separar las dos mitades del maxilar superior. Es necesario utilizar un aparato fijo de tornillo de expansión (ya sea embandado o cementado) (fig. 13-4). Conviene incluir tantos dientes como sea posible en la unidad de anclaje. En la dentición mixta tardía, la reabsorción de las raíces de los molares primarios puede haber llegado a un punto en que estos dientes ofrecen muy poca resistencia, y puede que convenga esperar a que erupcionen los primeros premolares antes de iniciar la expansión.

Aunque en algunos estudios se ha conseguido aumentar la altura facial vertical al expandir el maxilar superior, las pruebas a largo plazo indican que este cambio es transitorio.⁷ En un niño preadolescente con tendencia a una cara alargada puede ser mejor un aparato cementado que cubra la superficie oclusal de los dientes posteriores, ya que producirá menos rotación mandibular que un aparato embandado, pero esto no está tan claro en el caso de los pacientes más jóvenes.⁸ Probablemente, la mejor forma de resumirlo sea diciendo que cuanto mayor sea el paciente en el momento de expandir el maxilar superior, menos probabilidades habrá de que el crecimiento posterior compense los cambios verticales.

¿Expansión rápida o lenta?

Desde el punto de vista clínico, en la dentición mixta tardía resultan aceptables tanto la expansión rápida como la lenta. Como ya explicábamos más detalladamente en el capítulo 7, parece que una activación más lenta del aparato de expansión (a un ritmo aproximado de 1 mm/semana) produce tras un período de 10-12 semanas prácticamente el mismo resultado final que la expansión rápida, con menos traumatismo para los dientes y los huesos (v. fig. 7-9).

Generalmente, para la expansión rápida se efectúan dos giros diarios del tornillo de expansión (0,5 mm de activación al día). Esto genera 5-10 kg de presión a través de la sutura, lo suficiente para producir microfracturas en las espículas óseas interdigitadas. Cuando el dispositivo de activación es un tornillo, la fuerza se transmite inmediatamente a los dientes y después a la sutura.

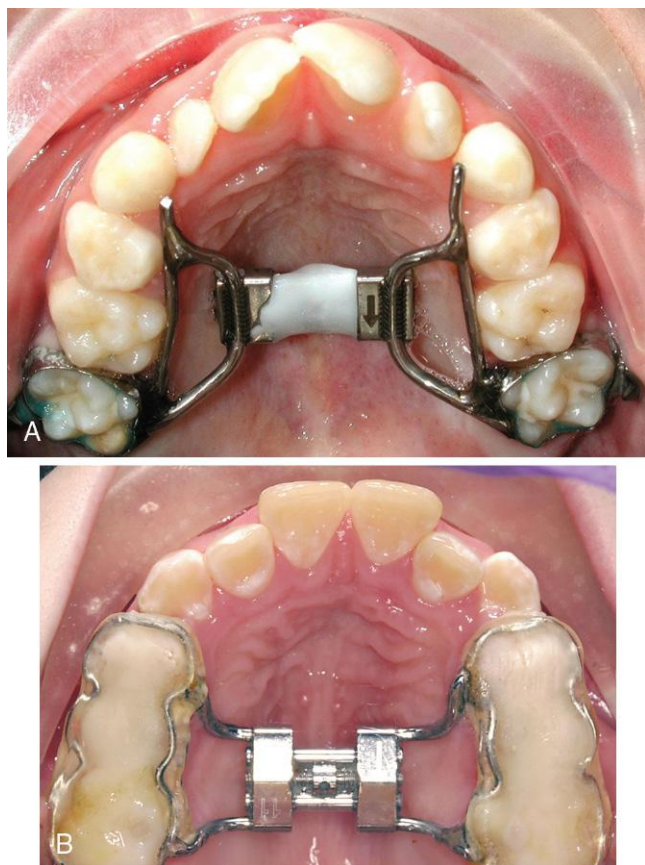


FIGURA 13-4 **A.** Este expansor palatino embandado, anclado solo a los primeros molares de un paciente en la fase de dentición mixta media, se ha estabilizado con unacrílico polimerizado en frío tras la expansión rápida para evitar una posible recidiva. Permanecerá colocado durante 3 meses. **B.** Para fabricar un expansor palatino embandado se extiende la base de plástico sobre las superficies oclusales, vestibulares y linguales de los dientes posteriores. Generalmente se usa un adhesivo compuesto para retener el aparato, y solo se graban las superficies vestibulares y linguales de los dientes posteriores. No conviene grabar la superficie oclusal, ya que en ella no se necesita adhesión para la retención y esto puede complicar considerablemente la retirada del aparato.

A veces, se incorpora un muelle grande al tornillo para modular la magnitud de la fuerza, dependiendo de la longitud y la rigidez del muelle (fig. 13-5). La sutura se abre más y más rápidamente por su parte anterior debido a que el cierre comienza en la zona posterior de la sutura palatina media y las fuerzas se transmiten a las estructuras posteriores adyacentes.⁹ Con una expansión rápida o semirrápida (un giro diario) suele aparecer un diastema entre los incisivos centrales cuando los huesos se separan en esta zona (fig. 13-6). Una vez que se ha completado la expansión, se recomienda un período de retención de 3 meses con el aparato colocado. Tras este período de retención de 3 meses, se puede retirar el aparato fijo, aunque a menudo se necesita un retenedor de quita y pon que cubra el paladar como medida de seguridad adicional contra una recidiva precoz (fig. 13-7). Un arco expansor relativamente grueso para el maxilar superior puede proporcionar retención y soporte si se va a continuar con el tratamiento inmediatamente. En caso contrario, un arco



FIGURA 13-5 Este expansor incluye un muelle para proporcionar la fuerza mientras se gira el tope del conector enroscado para comprimir el resorte. Puede calibrarse para determinar y controlar la cantidad de fuerza que genera. De este modo se evitan tanto las fuerzas ligeras como las excesivas durante la expansión.

lingual transpalatino o un alambre auxiliar expandido (de 36 o 40 mil) de gran tamaño en los tubos del casquete nos ayudará a mantener la expansión mientras utilizamos un alambre más flexible en los brackets.

La activación rápida se basaba en la hipótesis de que la fuerza ejercida sobre los dientes se transmitiría al hueso, y que las dos mitades del maxilar superior se separarían antes de que se pudiera producir un movimiento dental importante. En otras palabras, con la activación rápida se pretendía potenciar los cambios esqueléticos y limitar los dentales. En un primer momento se pasó por alto que durante ese período de tiempo en el que el hueso tenía que llenar el espacio que se formaba entre las dos mitades del maxilar superior empezaba a producirse una recidiva esquelética casi inmediatamente cuando las dos mitades del maxilar superior se movían hacia la línea media, aunque los dientes se mantuvieran en sus posiciones. El diastema central se cierra por una combinación de recidiva esquelética y movimiento dental por efecto de las fibras gingivales distendidas, y no solo por el movimiento dental. El efecto neto consiste en una expansión esquelética y dental aproximadamente igual.

La activación lenta del aparato de expansión a un ritmo de 1 mm/semana (que genera unos 500 g de presión en un niño en la fase de dentición mixta) abre la sutura a un ritmo que se aproxima a la velocidad máxima de formación ósea. En las radiografías no se ve que la sutura se abra, y no aparece ningún diastema en la línea media, pero sí se producen cambios esqueléticos y dentales. Después de 10-12 semanas, se ha producido aproximadamente la misma cantidad de expansión esquelética y dental que la observada tras el mismo período de expansión rápida. Al comparar el uso de expansores palatinos cementados lentos y rápidos en la etapa inicial de la adolescencia, la principal diferencia fue la mayor expansión entre los caninos observada en el grupo de expansión rápida. Esto se tradujo en un mayor cambio previsible en el perímetro de la arcada, pero con una apertura posterior similar de la sutura.¹⁰ Por consiguiente, si optamos por expandir lentamente el paladar (una vuelta cada 2 días) con un aparato fijo de expansión convencional o usamos un resorte para producir aproximadamente 1 kg de fuerza, podemos



FIGURA 13-6 Normalmente se forman espacios entre los incisivos centrales durante una expansión rápida del maxilar superior. **A.** Cuando se coloca el aparato y se inicia el tratamiento, solo hay un pequeño diastema. **B.** Después de 1 semana de expansión, los dientes se han movido lateralmente con las estructuras óseas. **C.** Después de la retención, la combinación de recidiva esquelética y tracción de las fibras gingivales ha juntado los incisivos y cerrado el diastema. Se puede ver que la expansión ha continuado hasta que las cúspides linguales de los dientes superiores ocluyen con los planos inclinados linguales de las cúspides bucales de los molares inferiores.



FIGURA 13-7 Tras la expansión palatina, incluso después de 3 meses de retención con el expansor pasivo, se necesita un retenedor acrílico que cubra el paladar para controlar la recidiva y estabilizar los componentes esqueléticos.

conseguir una expansión eficaz sin alterar apenas la sutura en un niño en la fase de dentición mixta tardía.

Esto nos conduce a la cuestión de elegir entre la expansión lenta inicial o la expansión rápida posterior. Resultan muy instructivos dos estudios que demuestran los métodos más apropiados para cada edad. En uno de ellos, en el que intervinieron pacientes con una media de 8 años y 10 meses de edad al comenzar, se utilizó una férula acrílica cementada y un método

semirrápido de 0,25 mm de expansión cada día.¹¹ En el otro, en el que participaron pacientes con una media de 12 años y 2 meses al comenzar, se empleó un aparato de expansión palatina rápida (EPR) de tipo Haas activado dos veces para conseguir 0,5 mm de expansión por cada día de tratamiento.¹² En ambos casos se utilizó retención después de la expansión, y en última instancia los pacientes completaron un tratamiento sin más expansión decidida. En los momentos de evaluación a largo plazo (19 años y 9 meses y 20 años y 5 meses, respectivamente), la expansión entre los molares y los caninos y el incremento en el perímetro de la arcada eran bastante similares, lo que parece indicar unos resultados equiparables a largo plazo.

Manejo clínico de los dispositivos de expansión palatina

En la mayoría de los dispositivos convencionales para expandir el paladar se utilizan bandas para la retención en los primeros molares y los primeros premolares permanentes, si es posible. A menudo, durante la fase de dentición mixta tardía, los primeros premolares no han erupcionado totalmente y es difícil embandarlos. Si los segundos molares primarios demuestran firmeza, pueden embandarse junto con los primeros molares permanentes. También es posible embandar únicamente los primeros molares permanentes. Con este método, el aparato suele extenderse en sentido anterior, contactando con los otros dientes primarios posteriores y los dientes permanentes en erupción cerca de sus bordes gingivales. De este modo, se consigue una expansión posterior similar, pero menos

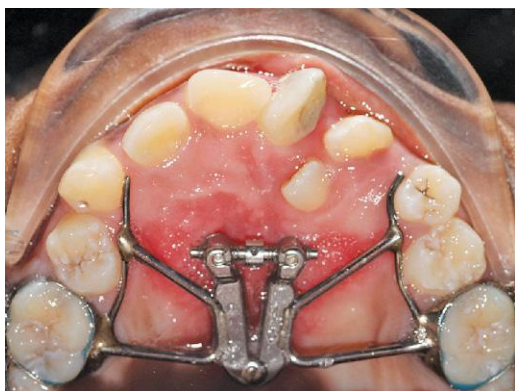


FIGURA 13-8 Existen muchas configuraciones posibles para los expansores de la arcada superior. Este incluye una bisagra en su parte posterior y un tornillo de expansión en la anterior. Este diseño permite mantener los dientes posteriores y su dimensión transversal, y expandir únicamente la parte anterior de la arcada.

cambios anteriores.¹³ Los expansores con diseño de bisagra pueden expandir de manera diferenciada la parte anterior o posterior de la arcada. En algunos pacientes esto puede representar una ventaja (fig. 13-8). Una vez corregida la mordida cruzada puede haber problemas para retirar las bandas debido a la movilidad y sensibilidad de los dientes. En estos casos conviene cortar las bandas.

Otra posibilidad consiste en utilizar un expansor palatino cementado (v. fig. 13-4, B). Dado que no hay que adaptar ninguna banda, el aparato es más fácil de colocar tanto para el médico como para el paciente, y durante el tratamiento se manipula igual que cualquier otro aparato de EPR. Para extraer este aparato se introduce un extractor de bandas por debajo de un borde vestibular o lingual para doblar el aparato y romper la adhesión. Además, normalmente hay que seccionar el aparato o eliminar algunas partes del plástico oclusal para acceder directamente a los dientes y poder levantar y separar eficazmente el plástico de los dientes con el extractor de bandas. La supresión completa del adhesivo (generalmente una resina con relleno que se adhiere a la superficie grabada de los dientes y al aparato) puede resultar muy laboriosa, por lo que es muy importante usar únicamente la cantidad adecuada; pero si no se usa suficiente resina se producirán filtraciones excesivas por las superficies sin adherir, lo que puede favorecer la descalcificación o la pérdida del aparato. Por estas razones, algunos odontólogos utilizan un cemento de ionómero de vidrio para la retención. Este material suele tener una resistencia adecuada, y la liberación de flúor a corto plazo puede resultar beneficiosa.

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE CLASE III

Deficiencia anteroposterior y vertical del maxilar superior

Tanto la deficiencia anteroposterior como la deficiencia vertical del maxilar superior pueden contribuir a una maloclusión de clase III. Si el maxilar superior es pequeño u ocupa una posición posterior, el efecto es directo; si no crece verticalmente, se produce un efecto indirecto sobre el maxilar inferior, que gira hacia



FIGURA 13-9 El aparato FR-III distiende los tejidos blandos de la base del labio superior, intentando estimular el crecimiento anterior del maxilar superior mediante la distensión del periostio del maxilar superior, al mismo tiempo que mantiene el maxilar inferior en su posición más retruida. La apertura vertical favorece la erupción anteroinferior de los dientes posteriores de la arcada superior.

arriba y hacia delante al crecer, produciendo un prognatismo mandibular aparente que puede deberse más a la posición del maxilar inferior que a su tamaño.

Por orden de eficacia, existen tres métodos posibles para tratar una deficiencia del maxilar superior: el aparato funcional de Frankel FR-III, el casquete de tracción inversa (máscara) a una férula superior o a unos anclajes esqueléticos, y los elásticos de clase III a anclajes esqueléticos.

Aparato funcional FR-III

El aparato FR-III (fig. 13-9) se fabrica con el maxilar inferior colocado en una posición posterior y rotado a una posición abierta, con almohadillas para distender anteriormente el labio superior. En teoría, las almohadillas labiales distienden el periostio y estimulan el crecimiento anterior del maxilar superior. En una revisión de casos escogidos de los archivos de Frankel, Levin et al.¹⁴ comprobaron que en pacientes con relaciones esqueléticas y dentales de clase III y un buen seguimiento del tratamiento que utilizaron el aparato FR-III a tiempo completo durante un período medio de 2,5 años y posteriormente a tiempo parcial como medida de retención durante 3 años, se observó una mejora significativa respecto de los controles en el tamaño y la posición del maxilar superior y una mejora de la posición mandibular combinada con una posición en bloque más lingual de los incisivos inferiores, de manera que los pacientes tenían más resalte. Esto continuó durante los 6 años de seguimiento a largo plazo tras el tratamiento activo.

Sin embargo, los datos disponibles de muchos otros estudios indican que apenas se produce un verdadero avance del maxilar superior.¹⁵ La mayor parte de la mejora se debe a los cambios dentales. El aparato permite a los molares superiores erupcionar y moverse mesialmente, al mismo tiempo que mantiene los molares inferiores en su posición vertical y anteroposterior e inclina vestibularmente los dientes anteriores de la arcada superior y retrae los dientes anteriores de la arcada inferior (fig. 13-10). La rotación del plano oclusal como consecuencia de la mayor erupción de los molares superiores que de los inferiores contribuye también a que la relación molar cambie de clase III a clase I (fig. 13-11). Además, si un aparato funcional de cualquier tipo hace rotar el mentón hacia abajo y hacia atrás, la relación de clase III mejorará

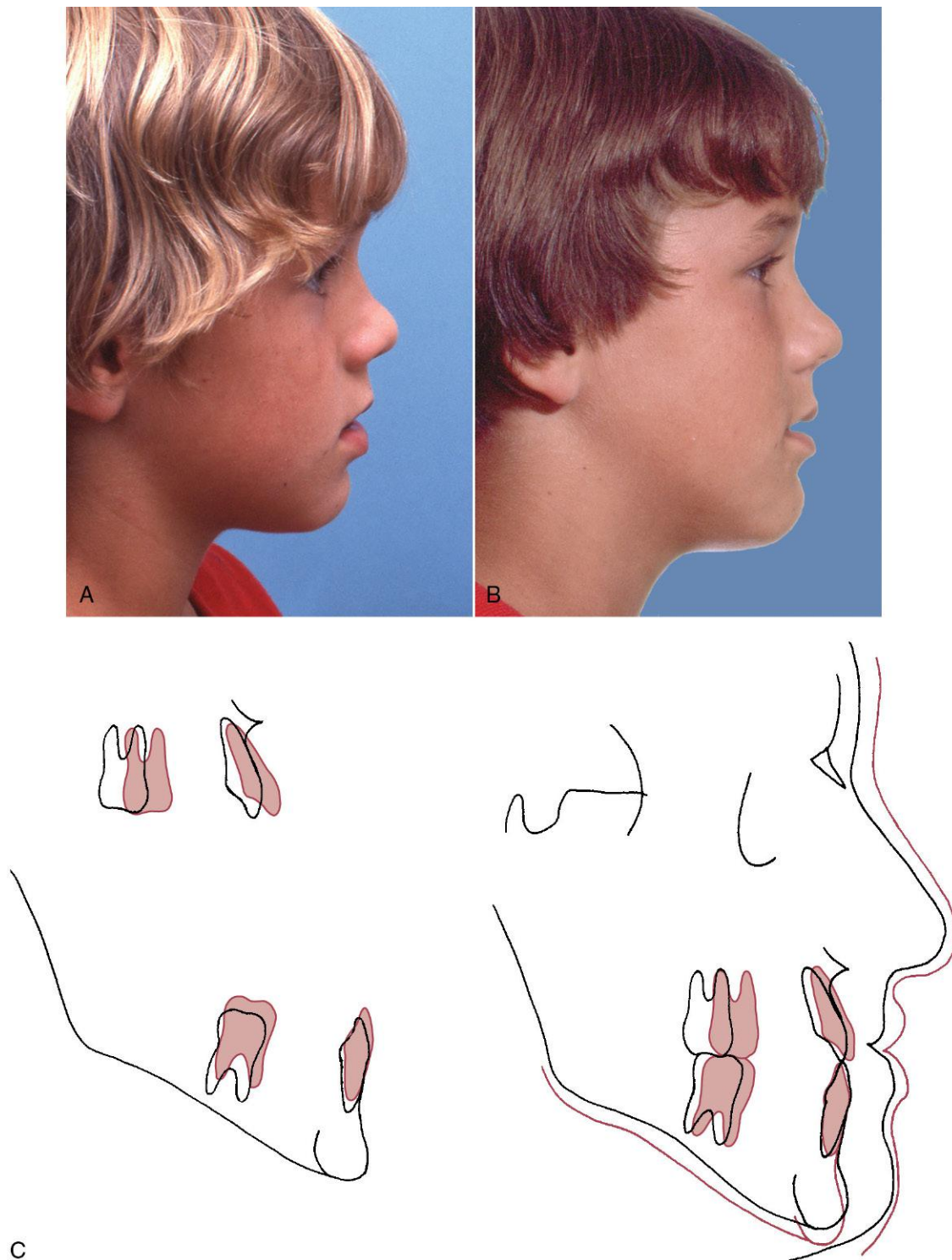


FIGURA 13-10 Respuesta a un aparato funcional FR-III. **A.** Perfil antes del tratamiento. **B.** Perfil después del tratamiento. **C.** Superposiciones cefalométricas. En la superposición de la base del cráneo puede observarse que el maxilar inferior ha rotado inferior y posteriormente hacia una posición menos prominente. Los incisivos superiores se han movido en sentido vestibular mientras erupcionaban los dientes de la arcada inferior, pero apenas se ha producido crecimiento anterior diferenciado del maxilar superior. En esencia, este método ha favorecido un aumento de la altura facial con una disminución de la prominencia del mentón.

debido a la rotación mandibular, no a un efecto sobre el maxilar superior. En resumen, el tratamiento con aparatos funcionales (incluso si se utilizan almohadillas labiales superiores) apenas influye en la deficiencia del maxilar superior, y si se considera esta posibilidad se debe utilizar únicamente en casos muy leves. Si se utiliza este aparato, hay períodos de tratamiento y retención muy prolongados que obligan a un cumplimiento muy estricto del tratamiento para mantener unos cambios limitados.

Casquete de tracción inversa (máscara facial)

Después de que Delaire demostrara que una máscara facial anclada a una férula superior podría adelantar el maxilar superior

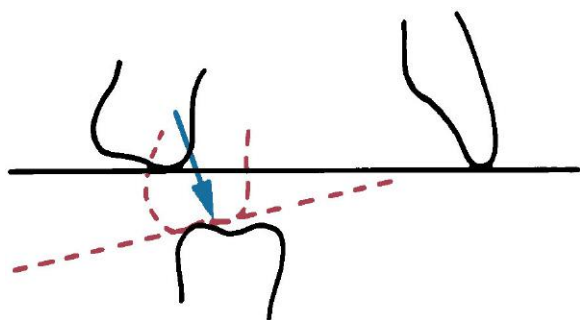


FIGURA 13-11 Para facilitar la corrección de la clase III, se puede prestar mayor atención a la erupción mesial y vertical de los molares maxilares, de manera que el plano oclusal rote en sentido posteroinferior. Esto facilita la interdigitación normal de los molares en un paciente de clase III.

favoreciendo el crecimiento en las suturas maxilares (pero solo si se realizaba a una edad temprana), este método para tratar la deficiencia del maxilar superior se popularizó a finales del siglo xx (fig. 13-12). La edad del paciente constituye una variable crucial. Resulta más sencillo y eficaz adelantar el maxilar superior a edades más tempranas. Aunque algunos informes recientes parecen indicar que es posible inducir cambios anteroposteriores incluso hasta el comienzo de la adolescencia, parece que las posibilidades de un cambio esquelético verdadero disminuyen a partir de los 8 años de edad, y las posibilidades de éxito clínico empiezan a declinar a los 10-11 años de edad.¹⁶

Cuando se aplica una fuerza sobre los dientes para que se transmita a las suturas, es inevitable que se produzca un movimiento dental además del cambio esquelético. El tratamiento con máscara facial está especialmente indicado en niños con problemas esqueléticos leves o moderados, de manera que los dientes estén a pocos milímetros unos de otros cuando tengan la inclinación axial correcta. Este tipo de tratamiento está más indicado también en niños que tienen problemas verdaderos del maxilar superior, pero algunas pruebas parecen indicar que los efectos sobre el crecimiento mandibular durante el tratamiento van más allá de unos meros cambios causados por la rotación en sentido horario del maxilar inferior.¹⁷

Generalmente, es mejor posponer la protracción del maxilar superior hasta que erupcionen los primeros molares e incisivos permanentes. Los molares pueden incluirse en la unidad de anclaje, y se puede controlar la inclinación de los incisivos para modificar el resalte. Muchos odontólogos recurren a la protracción con una máscara facial durante la expansión palatina o después de la misma, pero en un estudio clínico aleatorizado se

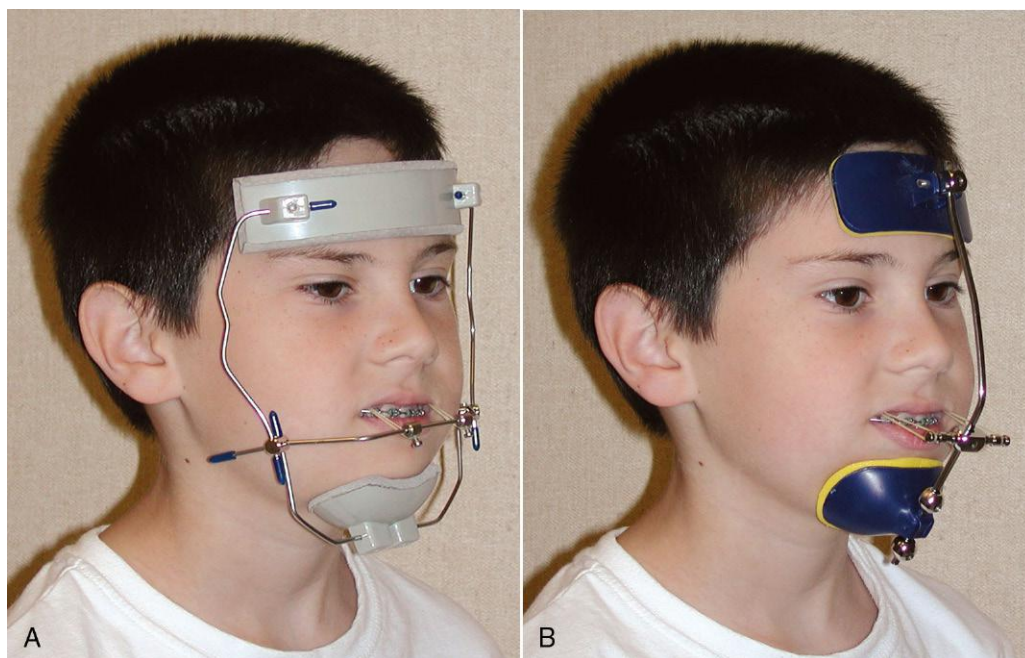


FIGURA 13-12 **A.** Esta máscara facial de tipo Delaire ofrece buena estabilidad cuando se emplea para protraer el maxilar superior. Es bastante voluminosa y puede causar problemas a la hora de dormir y de usar gafas. Con una asimetría facial muy modesta puede parecer que se adapta mal a la cara. Obsérvese la dirección de la tracción de los elásticos hacia abajo y hacia delante. **B.** Esta máscara facial con riel es más cómoda durante las horas de sueño y es más fácil de ajustar. Se puede ajustar también para permitir cierta movilidad mandibular vertical. Ambos tipos pueden irritar la piel debido a las almohadillas de plástico para la frente y el mentón. A veces hay que revestirlas con tela adhesiva para conseguir una mejor adaptación o reducir la irritación tisular. La experiencia clínica indica que algunos niños preferirán un aparato más que el otro, y si el niño se queja, se puede mejorar su cooperación cambiando al otro tipo de máscara facial.



FIGURA 13-13 A veces se usa una férula maxilar de quitapara y poner para hacer de la arcada superior una unidad única con el fin de protraer el maxilar superior. **A.** La férula incorpora unos ganchos en la región canina-premolar para sujetar los elásticos y debería cubrir los dientes anteriores y posteriores y las superficies oclusales para una mejor retención (**B**). Puede observarse que los ganchos se extienden gingivalmente, de manera que la línea de fuerza se acerca al centro de resistencia del maxilar superior. El uso de varios ganchos ayuda también a la retención. Si es necesario, la férula puede fijarse, si bien ello causa problemas de higiene, por lo que ha de evitarse durante períodos prolongados. **C y D.** También se puede emplear un expansor embandado o una férula de alambre para ejercer la fuerza de protracción. Consiste en una serie de bandas sobre los molares primarios y permanentes, o solo en los molares permanentes, conectados por un alambre palatino para la expansión y por ganchos en la zona vestibular para el anclaje de la máscara facial.

ha comprobado que la expansión palatina simultánea no potencia el cambio esquelético anteroposterior.¹⁸ Si el maxilar superior es estrecho, la expansión palatina es bastante compatible con la protracción del maxilar superior y el dispositivo de expansión resulta una férula muy eficaz; sin embargo, no hay ninguna razón para expandir el maxilar superior únicamente para potenciar la protracción. Cualquiera que sea el método de anclaje utilizado (fig. 13-13), el aparato debe tener ganchos para anclar la máscara facial en la zona de los caninos y molares primarios por encima del plano oclusal. De este modo, el vector de fuerzas se acerca más al supuesto centro de resistencia del maxilar superior y limita la rotación del mismo (fig. 13-14).

Para la mayoría de los niños pequeños, una máscara facial es tan aceptable como un casquete convencional. En la mayoría de los casos es muy fácil moldear una máscara facial ajustable para que se adapte cómodamente a la frente del niño. Existen diferentes diseños (v. fig. 13-12).

Se aplican aproximadamente 350-450 g de fuerza en cada lado durante 12-14 h diarias. La mayoría de los niños con deficiencia del maxilar superior tienen una deficiencia vertical y anteroposterior, lo que significa que en la mayoría de los casos es deseable una dirección ligeramente descendente de la tracción elástica entre el anclaje intraoral y el armazón de la máscara facial, y una ligera rotación mandibular en sentido posteroinferior mejora la relación intermaxilar. Si la mitad inferior de la cara tuviera ya bastante altura, estaría contraindicada una tracción descendente.

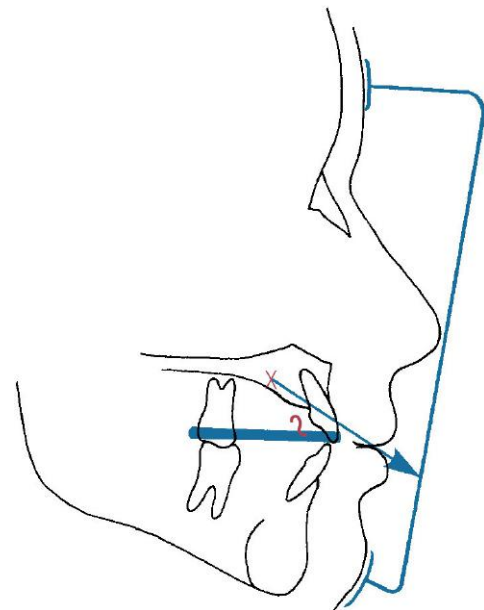


FIGURA 13-14 Con la férula sobre los dientes superiores y la tracción anterior de la máscara facial, los ganchos de la férula deberían quedar elevados. Incluso entonces, la fuerza pasaría probablemente por debajo del centro de resistencia del maxilar superior, por lo que se puede prevenir algo de rotación descendente de la zona posterior del maxilar superior y una apertura anterior de la mordida.

En respuesta a este tipo de tratamiento suele observarse también un retroceso de los dientes inferiores y un avance de los superiores (fig. 13-15).¹⁹ Cuando los niños se van acercando a la adolescencia, los componentes principales del resultado terapéutico son la rotación mandibular y el desplazamiento de los dientes superiores (no el avance del maxilar superior).

Aplicación del anclaje esquelético

Es evidente que un importante efecto secundario negativo de la protracción del maxilar superior es el movimiento de los dientes superiores que hay que restar del cambio esquelético. Antes de la aparición de los tornillos óseos y las miniplacas, Shapiro y Kokich anquilosaron caninos primarios de forma deliberada para poder usarlos como «implantes naturales».²⁰ Al traccionar de un arco superior estabilizado con estos dientes, pudieron protraer el maxilar superior unos 3 mm en 1 año, con muy pocos cambios dentales. Si un niño con retrusión del maxilar superior experimenta una anquilosis espontánea de los molares primarios, se puede fabricar una férula para usar estos dientes a modo de implantes y conseguir el mismo efecto biomecánico beneficioso.

Para un uso clínico más rutinario, aparentemente es posible potenciar de dos maneras los efectos del tratamiento para cambiar la posición deficitaria del maxilar superior. En primer lugar, se puede anclar la máscara facial a unas miniplacas colocadas en la base del arco cigomático²¹ o en la región anterior del maxilar superior.²² Utilizando anclajes por encima de los incisivos, aplicando 400 g de fuerza en cada lado y usando la máscara facial durante un mínimo de 16 h diarias, Sar et al.²² consiguieron 0,45 mm de movimiento anterior del maxilar superior por mes (en comparación con los 0,24 mm conseguidos con una máscara facial convencional) sin que rotase el maxilar superior. Este tratamiento parece muy prometedor para aquellos pacientes que se aproximan a la adolescencia (es decir, de unos 11 años de edad y suficientemente mayores para conseguir una buena retención de los tornillos óseos).

También es posible colocar miniplacas osteosoportadas bilaterales en ambos maxilares, de manera que la fuerza intermaxilar de los elásticos de clase III actúe sobre los maxilares en lugar de hacerlo sobre los dientes (fig. 13-16).²³ En estudios tridimensionales (3-D) de pacientes tratados de este modo se han observado diferentes respuestas muy interesantes (fig. 13-17), como un avance del maxilar superior a un nivel mayor que el observado previamente y un desplazamiento o remodelación de las fosas temporomandibulares (TM). En la figura 13-18 se resumen los diferentes cambios observados en las imágenes tridimensionales de un grupo de 25 niños consecutivos tratados de este modo con elásticos a tiempo completo que ejercían una fuerza aproximada de 150 g en cada lado. En 14 de los 25 pacientes (56%) se midieron más de 2 mm de protracción del maxilar superior.

Este método tiene dos ventajas: 1) es claramente más eficaz que una máscara facial unida a una férula superior,²⁴ y además parece que produce más cambio esquelético que el conseguido con máscaras faciales unidas a miniplacas anteriores, y 2) no es necesario llevar una aparato extraoral y se puede aplicar la fuerza casi a tiempo completo. En comparación con las máscaras faciales unidas a férulas superiores, tiene el inconveniente de que un cirujano debidamente preparado tiene que colocar y retirar las miniplacas, aunque no se trata de intervenciones quirúrgicas

complicadas. Unos tornillos óseos alveolares con elásticos de clase III serían más fáciles de colocar y retirar que las miniplacas, pero su uso plantea problemas importantes, como la menor densidad del hueso en los preadolescentes y la conveniencia de evitar daños en los dientes permanentes sin erupcionar (v. capítulo 10). Se pueden usar miniplacas ancladas en el hueso basal a la edad de 10 años y 6 meses u 11 años. La edad mínima para usar tornillos óseos alveolares en estos casos parece ser de unos 12 años, probablemente demasiado tarde para poder conseguir un efecto esquelético óptimo.

Resumen

No cabe ninguna duda de que la protracción del maxilar superior a una edad temprana suele producir una mejoría clínica en los pacientes de clase III. Los principales problemas son la duración del tratamiento y la posibilidad de que finalmente haya que recurrir a la cirugía ortognática a pesar del tratamiento precoz. Evidentemente, para poder responder a estas cuestiones habría que revisar a los pacientes 8-10 años después de haber completado el tratamiento inicial. Tres estudios publicados recientemente han demostrado prácticamente lo mismo: que el 25-30% de los pacientes que utilizaron máscaras faciales terminaron con una mordida cruzada anterior tras el estirón puberal y que la mayoría de ellos necesitarían una corrección quirúrgica.²⁵

Actualmente no podemos saber si los resultados a largo plazo serían mejores si se fijasen máscaras faciales o elásticos de clase III a los anclajes esqueléticos, pero cuando recidiva un problema de clase III, esto se debe a un crecimiento mandibular excesivo durante la adolescencia y después de la misma, y no a una recidiva por retroceso del maxilar superior. Parece poco probable que un tratamiento realizado algunos años antes con una máscara facial o elásticos fijados al hueso pueda influir en el crecimiento mandibular durante la adolescencia. No obstante, parece razonable concluir que cuanto más se deba un problema infantil de clase III a una deficiencia del maxilar superior, más probabilidades habrá de que la protracción del maxilar superior dé buenos resultados a largo plazo, y cuanto más se deba el problema a un prognatismo mandibular, mayores probabilidades habrá de que recurra con el estirón puberal.

Exceso mandibular

Los niños que tienen maloclusión de clase III por un crecimiento excesivo del maxilar inferior son muy difíciles de tratar. Actualmente existen dos posibilidades, y se vislumbra una tercera: aparatos funcionales de clase III, fuerza extraoral sobre una mentonera y (quizás en el futuro) elásticos de clase III unidos a anclajes esqueléticos.

Aparatos funcionales para tratar el crecimiento mandibular excesivo

Con los aparatos funcionales para pacientes con un crecimiento mandibular excesivo no se pretende restringir dicho crecimiento. Están diseñados para rotar el maxilar inferior hacia abajo y hacia atrás, y para guiar la erupción de los dientes de manera que los dientes posteriores de la arcada superior erupcionen hacia abajo y hacia delante y los dientes inferiores no erupcionen. Con esto se consigue que el plano oclusal rote en una dirección que favorezca la corrección de una relación molar de clase III (v. fig. 13-10). Por otra parte, estos aparatos inclinan los incisivos inferiores en

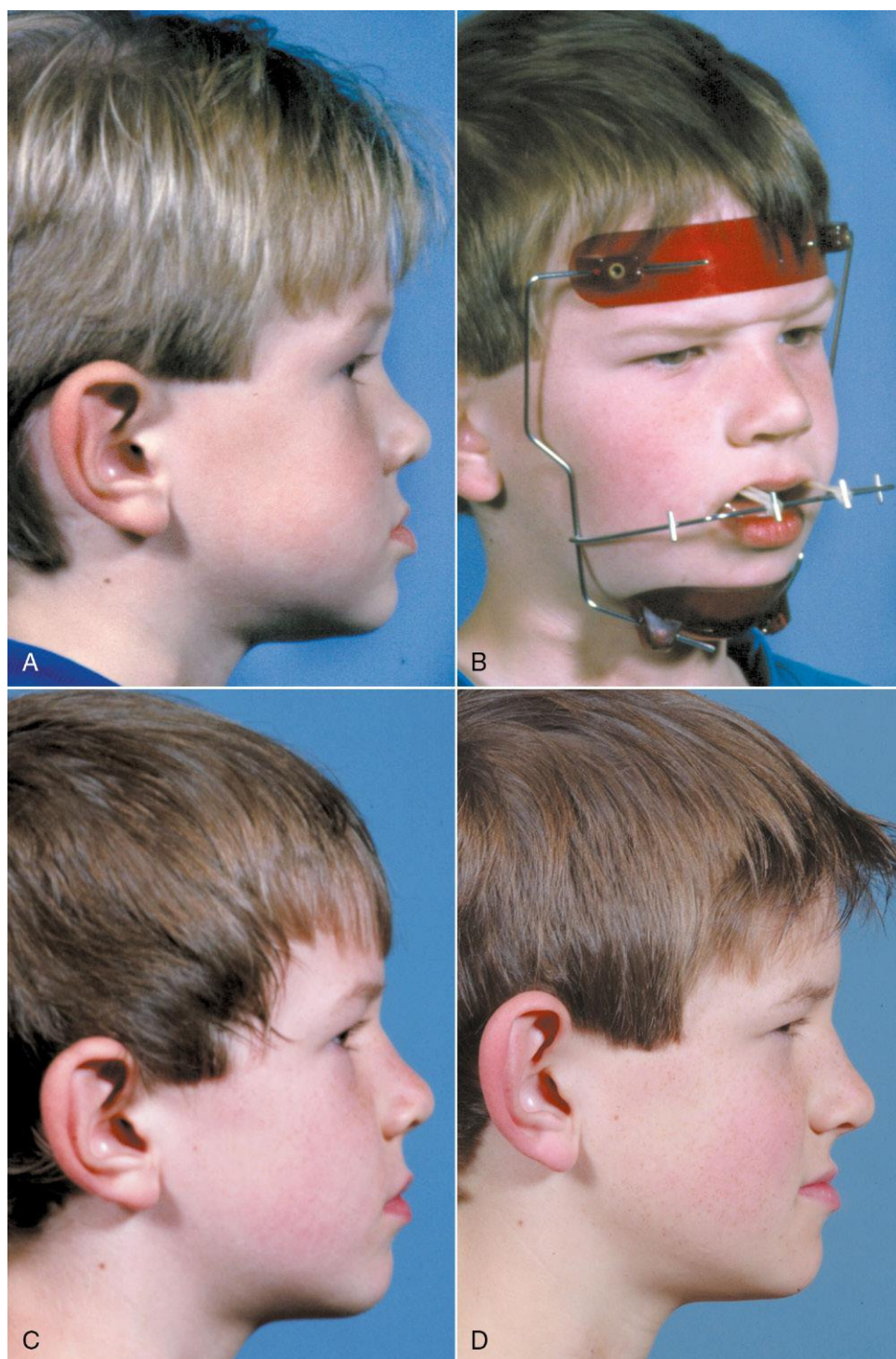


FIGURA 13-15 Si se aplica una tracción anterior a una edad temprana, es posible adelantar el maxilar inferior en lugar de solo desplazar los dientes. **A.** A la edad de 5 años, 2 meses antes del tratamiento. **B.** A la edad de 5 años y 2 meses, con una máscara facial del tipo Delaire. **C.** A la edad de 7 años y 10 meses, en el momento de interrumpir el tratamiento con la máscara facial. Se puede apreciar la mayor plenitud de la zona media de la cara. **D.** A la edad de 11 años y 3 meses, al inicio de la segunda fase del tratamiento.

(Continúa)

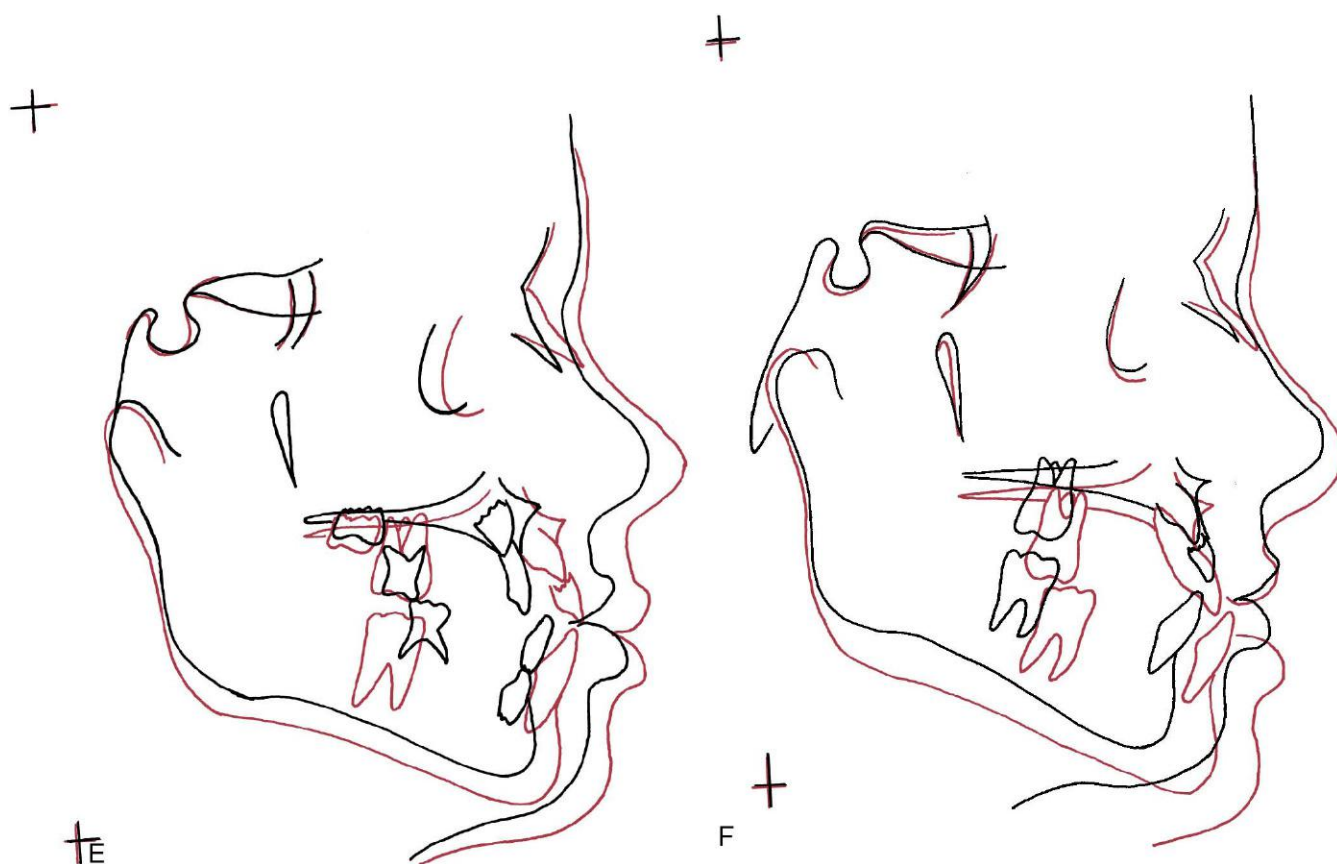


FIGURA 13-15 (cont.) E. Superposición cefalométrica que muestra los cambios producidos durante el tratamiento con la máscara facial. F. Superposición que muestra los cambios después del tratamiento entre los 8 y los 11 años. Cuando se interrumpe el tratamiento con una máscara facial suele observarse un repunte del crecimiento mandibular parecido al que experimentó este paciente. Del crecimiento mandibular durante y después de la adolescencia dependerá la necesidad de recurrir finalmente a la cirugía. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*. St. Louis: Mosby; 2003.)



FIGURA 13-16 Niño con deficiencia del maxilar superior que lleva unos elásticos de clase III fijados a miniplacas en la base del arco cigomático y mesiales a los caninos inferiores. El paciente lleva una placa para abrir la mordida hasta que se pueda corregir la mordida cruzada anterior; se ha recolocado el punto de anclaje para la miniplaca inferior izquierda con un trozo de alambre de acero de 21 × 25 en el tubo de la miniplaca. Una de las ventajas más evidentes de las miniplacas es la posibilidad de modificar el punto sobre el que se aplica la fuerza.

sentido lingual y los superiores en sentido vestibular, aportando un elemento de camuflaje dental para la discrepancia estética. La única diferencia con un aparato funcional para una deficiencia del maxilar superior es la ausencia de almohadillas labiales.

Para conseguir la mordida de trabajo para un aparato funcional de clase III se utilizan los mismos pasos para preparar la cera, se dan las mismas instrucciones al paciente y se usa la misma guía para determinar la posición vertical correcta que con los pacientes de clase II (v. sección posterior en este mismo capítulo). Sin embargo, la propia mordida de trabajo es bastante diferente: se gira el maxilar inferior para abrirlo sobre su eje de bisagra, pero no se adelanta. Al odontólogo le resulta más fácil dirigir este tipo de mordida, ya que puede aplicar una fuerza leve en cada lado del maxilar inferior para guiarlo y retriurlo.

La magnitud de la rotación mandibular dependerá del tipo de aparato y de la necesidad o no de interponer bloques de mordida y toques oclusales entre los dientes para limitar su erupción. Para un aparato con almohadillas labiales con el que se intenta favorecer el avance del maxilar superior se necesitará menos apertura vertical que para uno que favorezca la erupción y haga rotar deliberadamente el maxilar superior hacia atrás o para otro que incluya bloques de mordida para mantener el maxilar inferior por debajo de la posición postural del paciente.

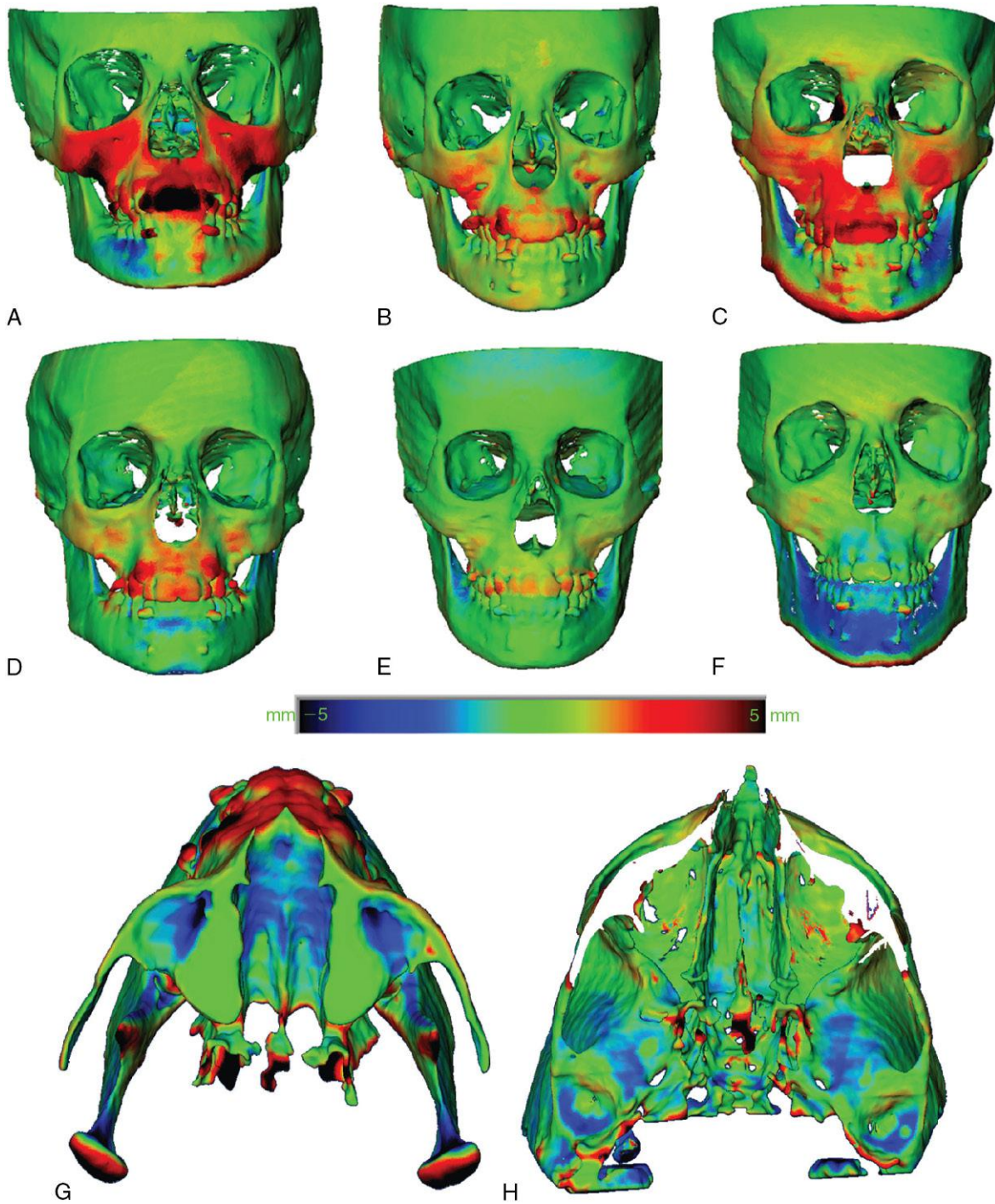


FIGURA 13-17 A-F. Vista frontal de una serie de superposiciones tridimensionales correspondientes a seis pacientes, todos ellos de unos 11 años de edad, que fueron tratados con elásticos de clase III unidos a miniplacas registradas en la superficie de la fosa craneal anterior. Este diagrama de color muestra la magnitud de los cambios mediante la intensidad del color. El color rojo indica cambios en el plano anteroposterior del espacio, de manera que las zonas rojas se mueven hacia el lector, y el rojo más oscuro corresponde a un cambio de 5 mm; el color verde muestra las zonas de cambios mínimos o nulos; las zonas azules se alejan del lector, y el azul más intenso representa un cambio de 5 mm. Puede observarse la variedad de cambios, desde un avance de 4-5 mm del maxilar superior hasta los arcos cigomáticos, hasta un retroceso del maxilar inferior. **G.** Imagen a la altura de los cóndilos del paciente de la figura **F** en las proyecciones frontales; se puede ver que los cóndilos han retrocedido unos 3 mm respecto de la base craneal (tal como indica la intensidad del color rojo en la parte posterior de los cóndilos). **H.** Vista desde arriba, a la altura de las fosas condilares, que muestra 4-5 mm de retroceso de sus paredes posteriores (como indica la intensidad del color azul). El desplazamiento posterior de los cóndilos y los cambios experimentados por las fosas condilares permitirían el retroceso del maxilar inferior que se observa en **F**, pero una superposición regional adicional no permitiría distinguir hasta qué punto esto se debe al crecimiento o a una remodelación de las fosas. (Tomado de Heymann G, et al. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:274-284, 2010.)

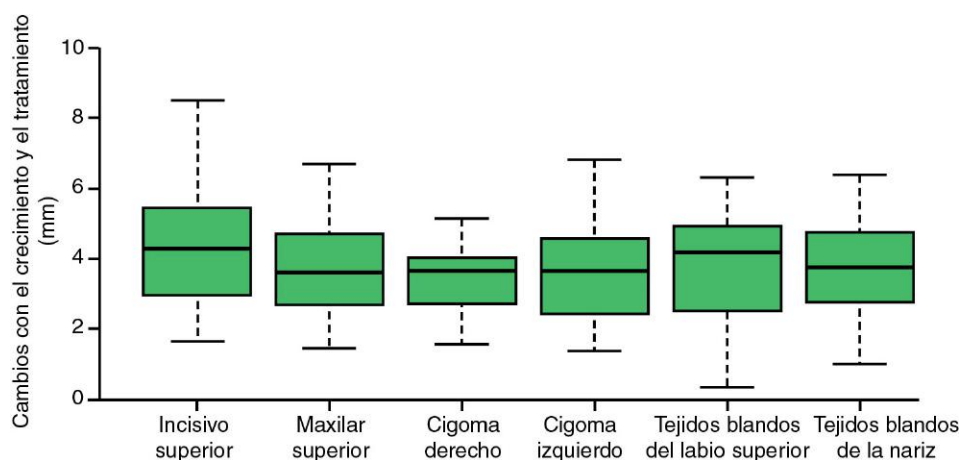


FIGURA 13-18 Diagrama de cuadros que muestra los cambios en la posición de los tejidos duros y blandos del maxilar superior en un grupo de 25 pacientes consecutivos tratados con elásticos de clase III unidos a miniplacas durante 1 año, aproximadamente, comenzando hacia los 11 años de edad (intervalo 9-13 años); se indica el cambio medio (línea oscura en el cuadro), el 75% de la muestra (dimensión del cuadro) y el intervalo (márgenes estrechos por encima y por debajo del cuadro). Se puede ver que en todo momento se produjo un avance en los 25 pacientes, pero con un intervalo considerable y unos cambios medios de unos 4 mm de crecimiento/desplazamiento anterior. (Reproducido a partir de Nguyen T, Cevidanes L, Cornelis MA, et al. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 140:790-798, 2011.)



FIGURA 13-19 Respuesta típica a un tratamiento con una mentonera. **A.** Perfil antes del tratamiento. **B.** Perfil después del tratamiento. Este tratamiento reduce la protrusión mandibular aumentando sobre todo la altura anterior de la cara, con efectos muy similares a los de los aparatos funcionales de clase III.

Aparatos de mentonera: ¿restricción del crecimiento mandibular?

En teoría, una fuerza extraoral dirigida contra el cóndilo mandibular restringiría el crecimiento en ese punto, pero apenas existen pruebas que demuestren que sucede así en los seres humanos (v. capítulo 7). Lo que sí consigue una mentonera es modificar la dirección del crecimiento mandibular, rotando el mentón hacia abajo y hacia atrás, con lo que disminuye su prominencia pero aumenta la altura facial anterior. Los datos disponibles parecen indicar que se produce una restricción pasajera del crecimiento que probablemente quede compensada con creces por

el crecimiento posterior.²⁶ En pocas palabras, se trata de alcanzar un compromiso entre reducir la prominencia anteroposterior del mentón e incrementar la altura facial. Además, debido a la presión del aparato sobre el labio y la dentición inferiores, los dientes de la arcada inferior se inclinan en sentido lingual (fig. 13-19), lo que suele ser un efecto indeseable.

Para este tratamiento se puede usar una mentonera de plástico duro adaptada a un molde del mentón del paciente o fabricar una mentonera blanda con la cincha de un casco protector deportivo. Cuanto más ascienda la mentonera o la cincha hacia el labio inferior al usar el aparato, mayor movimiento lingual de los incisivos

inferiores se producirá; debido a ello, las mentoneras blandas enderezan los incisivos más que las duras. El casco que incluye el mecanismo elástico puede ser el mismo que se utiliza para un casquete de tracción alta. Se ajusta igual que el casquete para ejercer una fuerza aproximada de 450 g en cada lado a través de la cabeza del cóndilo, o una fuerza algo menor por debajo del cóndilo. Una vez que se ha aceptado que la rotación mandibular es el principal efecto terapéutico, parece más razonable utilizar una fuerza más ligera orientada para producir más rotación.

Desde este punto de vista, parece que el tratamiento con una mentonera puede ser más beneficioso para los niños asiáticos que para los de raza blanca debido a que suelen tener una cara más corta y mayor permanencia de producción de los incisivos inferiores, y no por una diferencia en la respuesta al tratamiento. Desgraciadamente, la mayoría de los niños de raza blanca con un exceso de crecimiento mandibular tienen una altura facial normal o excesiva, de manera que solo es posible conseguir pequeñas cantidades de rotación mandibular sin alargar la cara. Muchos de estos niños necesitan finalmente tratamiento quirúrgico, y el tratamiento con mentonera representa esencialmente un camuflaje pasajero. Por esta razón tiene unas aplicaciones muy limitadas.

Elásticos de clase III fijados a anclajes esqueléticos

Ya hemos comentado anteriormente el uso de elásticos de clase III fijados a anclajes esqueléticos como una forma muy eficaz de protraer el maxilar superior; pero como cabría esperar, este sistema de fuerzas actúa también sobre el maxilar inferior²³ y en última instancia puede representar una forma de restringir el crecimiento mandibular. En un estudio publicado recientemente en el que se recurrió a la superposición tridimensional sobre la base del cráneo para evaluar los resultados de este tratamiento (y que proporcionó los datos para conocer los efectos sobre el maxilar inferior que hemos citado anteriormente) se observó en muchos casos un desplazamiento posterior del maxilar inferior en los cóndilos y de la rama posterior (tabla 13-1). Se puede ver que, a pesar de los cambios medios relativamente grandes en los cóndilos y la rama posterior, el cambio medio en el mentón fue prácticamente nulo, y casi en la mitad de los pacientes se observó algún avance neto del mentón.

En las superposiciones tridimensionales sobre la superficie de la fosa craneal anterior se aprecia en algunos pacientes un retroceso de los cóndilos y cambios en la fosa condilar, y esto se corresponde con un retroceso del maxilar inferior (v. fig. 13-17, G y H). No obstante, conviene interpretar estos cambios con mucha cautela. El desplazamiento posterior de los cóndilos podría deberse a una remodelación de los mismos y/o de las fosas, pero conviene tener presente que también podría deberse a un crecimiento posteroinferior de la zona de la articulación temporomandibular (ATM), lo que permitiría que los cóndilos y el mentón se desplazasen distalmente sin ninguna remodelación. A esas edades se produce un crecimiento descendente de la zona de la ATM, y se sabe que desplaza la fosa condilar hacia delante o hacia atrás (v. fig. 4-9 y el comentario sobre el desplazamiento condilar durante el crecimiento).

Como consecuencia de todo esto, surgen tres cuestiones importantes y sin respuesta acerca de la posibilidad de usar elásticos de clase III fijados a anclajes esqueléticos para tratar el crecimiento mandibular excesivo: 1) ¿de qué depende que el efecto fundamental sea sobre el maxilar superior o el inferior?; 2) ¿cómo podríamos planificar el tratamiento para potenciar sus efectos sobre el maxilar inferior?; y 3) ¿cuál sería el efecto a largo plazo, especialmente en lo que se refiere al crecimiento puberal y pospuberal del maxilar inferior? En estos momentos, parece más prudente limitar este método de tratamiento a aquellos niños cuyo problema primordial consiste en una deficiencia del maxilar superior.

Resumen

Con independencia del método elegido, resulta muy difícil modificar el prognatismo mandibular verdadero. En muchos casos, los odontólogos y los padres toman decisiones irracionales para intentar controlar la mordida cruzada y la prominencia mentoniana cuando el niño está creciendo, y para evitar el tratamiento quirúrgico cuando ya ha madurado. Aunque la base teórica del aparato funcional de clase III es bastante diferente de la base teórica de la mentonera, los efectos terapéuticos son bastante parecidos y ambos métodos tienen más o menos la misma eficacia (o más exactamente, la misma ineficacia). ¿Es posible restringir el crecimiento mandibular a la larga utilizando anclajes esqueléticos

TABLA 13-1

Cambios mandibulares en relación con la fosa craneal anterior. Tratamiento con elásticos de clase III a anclajes esqueléticos*

	CÓNDILO		FOSA GLENOIDEA		RAMA		MENTÓN	
	Posterior derecho	Posterior izquierdo	Posterior derecha	Posterior izquierda	Derecha	Izquierda	Duro	Blando
Media	2,03	2,12	-1,39	-1,3	2,73	2,76	-0,13	-0,03
DE	1,21	1,06	0,75	0,46	1,36	1,36	2,89	3
Intervalo								
Mínimo	0,32	0,51	0,1	-0,45	0,18	0,69	-5,85	-5,01
Máximo	4,52	4,5	-3,4	-2,15	6,45	5,54	4,42	5,05

*25 pacientes consecutivos, de 9 a 13 años, tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) tridimensional (3-D).

DE, desviación estándar.

Tomado de Nguyen T, Cevidanes L, Cornelis MA, et al. Am J Orthod Dentofac Orthop 140:790-798, 2011.

y elásticos de clase III? Esta es una posibilidad fascinante pero que todavía no ha podido ser confirmada con datos fiables. Debemos admitir el hecho de que la intervención prematura produce unos resultados limitados. En un niño con prognatismo grave, puede que el mejor tratamiento consista en no hacer nada hasta que se pueda recurrir a la cirugía ortognática al término del período de crecimiento.

TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE CLASE II

Posibles formas de tratamiento

En teoría, los aparatos funcionales (activador, bionator, de Frankel y de bloques gemelos) (figs. 13-20, 13-21 y 13-22) estimulan y potencian el crecimiento mandibular, mientras que la fuerza

extraoral (casquete) retrasa el crecimiento del maxilar superior; por consiguiente, los aparatos funcionales podrían parecer una elección obvia para tratar la deficiencia mandibular y el casquete una elección igualmente obvia para el exceso del maxilar superior. En realidad, las diferencias entre los dos sistemas de aparatos y sus implicaciones no están tan claras como podría implicar la teoría.

En Europa siguieron desarrollándose los aparatos funcionales y de quita y pon a principios y mediados del siglo xx, a pesar del rechazo que despertaban en EE. UU. Esta tendencia se debió a tres razones fundamentalmente: 1) el enfoque dogmático de Angle en relación con la oclusión, con especial hincapié en la colocación precisa de cada diente, tuvo menos impacto en Europa que en EE. UU.; 2) los sistemas de asistencia social se desarrollaron mucho más rápidamente en Europa que en EE. UU., con tendencia a prestar más atención a un tratamiento ortodóncico limitado para un mayor número de personas, a menudo por parte de odontólogos generales en vez de por especialistas en ortodoncia,

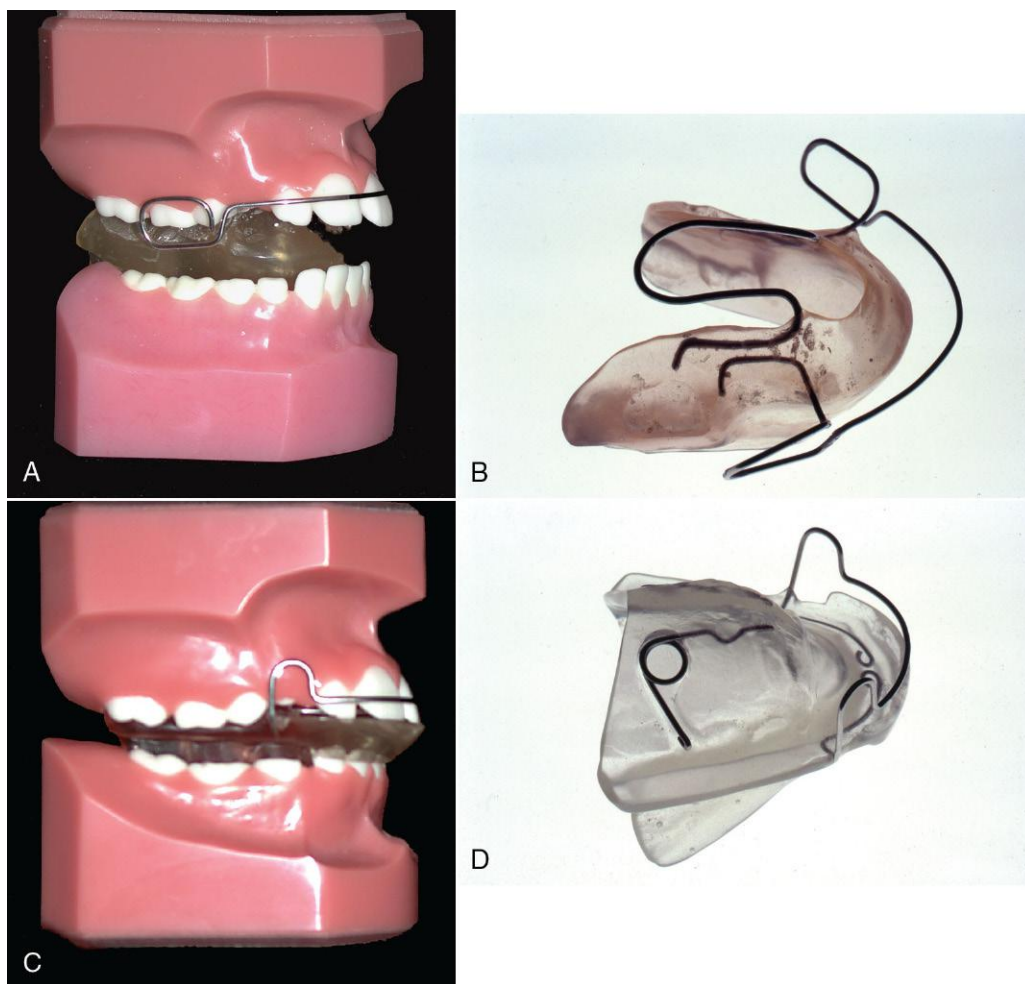


FIGURA 13-20 **A.** El bionator se apoya en los dientes e induce un avance mandibular mediante el contacto de las aletas linguales con la mucosa lingual. Normalmente incluye un alambre bucal para mantener los labios alejados de los dientes, y puede incorporar bloques de mordida entre los dientes posteriores y un escudo lingual, como en este caso. **B.** El bionator incluye también un conector palatino mayor para estabilizar los segmentos posteriores, pero el aparato tiene un volumen limitado y a los pacientes les resulta relativamente fácil colocárselo. **C.** El activador sirve también para adelantar activamente el maxilar inferior y puede incorporar bloques de mordida anteriores y posteriores y un arco labial. **D.** Los escudos linguales del activador suelen profundizar más a lo largo del alvéolo mandibular que otros aparatos funcionales, y este aparato incluye a veces un resorte de desplazamiento, por lo que el paciente tiene que cerrar la boca y adelantar el maxilar inferior para poder retenerlo en su sitio. Se basa en la teoría de que es importante activar la musculatura mandibular para conseguir un efecto sobre el crecimiento (de ahí el nombre de activador), pero no hay datos que respalden esta teoría, que ha sido prácticamente descartada.

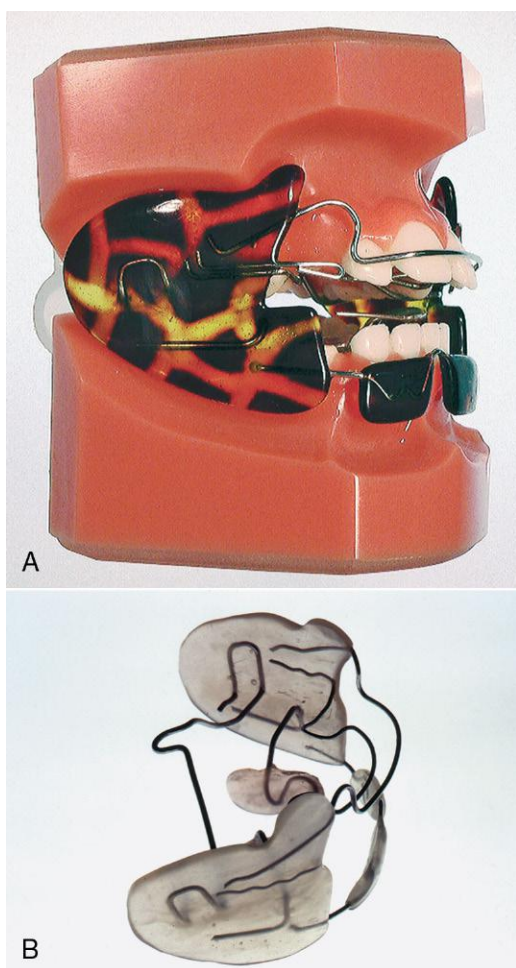


FIGURA 13-21 A. El aparato de Frankel II adelanta activamente el maxilar inferior por medio del contacto de la almohadilla lingual por detrás de los incisivos inferiores con la mucosa de esa zona, y estimula la expansión de las arcadas por medio de los escudos bucales. La almohadilla labial inferior desplaza también el labio inferior en sentido vestibular. El aparato se apoya fundamentalmente en los tejidos blandos y puede provocar más irritación tisular que otros aparatos funcionales, pero los pacientes pueden hablar normalmente cuando lo llevan colocado, lo que permite su uso a tiempo completo. B. Debido al armazón de alambre, está más expuesto a las distorsiones que otros aparatos funcionales hechos fundamentalmente de plástico. (A por cortesía de Allesee Orthodontic Appliances [AOA], Sturtevant, WI.)

y 3) en Europa era más difícil conseguir metales preciosos para fabricar aparatos fijos debido a las regulaciones alemanas que prohibían el uso de dichos metales por los odontólogos, y posteriormente por las interrupciones causadas por la Segunda Guerra Mundial. Curiosamente, el resultado fue que entre 1925 y 1965 la ortodoncia norteamericana se basó casi exclusivamente en el uso de aparatos fijos, mientras que en Europa eran prácticamente desconocidos y para todos los tratamientos se utilizaban aparatos de quita y pon, no solo para guiar el crecimiento sino también para los movimientos dentales de todo tipo.

Una parte importante de la ortodoncia europea con aparatos de quita y pon durante este período consistió en el uso de aparatos funcionales para guiar el crecimiento. Por definición, un aparato funcional es aquel que modifica la postura del maxilar inferior y obliga al paciente a mantenerlo abierto y/o adelantado. Las



FIGURA 13-22 El aparato funcional de bloques gemelos va unido a los dientes por unos ganchos convencionales (aunque puede cementarse en su posición). Los planos inclinados complementarios de las partes superior e inferior son relativamente empujados, lo que obliga al paciente a adelantar el maxilar inferior para poder cerrar la boca. Los bloques de plástico pueden utilizarse también para controlar la erupción posterior. (Fotografía por cortesía de Allesee Orthodontic Appliances [AOA], Sturtevant, WI.)

presiones que genera la distensión de los músculos y los tejidos blandos se transmiten a las estructuras dentales y esqueléticas por mediación de la actividad funcional o de los aparatos, moviendo los dientes y modificando el crecimiento.

Generalmente, se considera que el monobloque ideado por Robin a comienzos del siglo xx fue el precursor de todos los aparatos funcionales, aunque el activador desarrollado en Noruega por Andresen en los años veinte fue el primer aparato funcional que gozó de una aceptación generalizada. Tanto el sistema del aparato como sus bases teóricas fueron mejorados y extendidos en otros países de Europa, en especial por la escuela alemana liderada por Haupl.

Los ortodoncistas norteamericanos empezaron a utilizar los aparatos funcionales en la década de los sesenta como consecuencia de la influencia de los profesores de las escuelas de ortodoncia formados en Europa (entre los cuales destacaba Egil Harvold) y posteriormente por los contactos personales entre algunos ortodoncistas norteamericanos y sus homólogos europeos. (Al mismo tiempo, los aparatos fijos se popularizaron en Europa merced a contactos personales similares.) La publicación en la década de los setenta de los resultados de experimentos con animales que demostraban que realmente se podían conseguir cambios esqueléticos colocando el maxilar inferior en una nueva posición (y la posibilidad de poder estimular realmente el crecimiento mandibular) supuso un impulso muy importante para el tratamiento con aparatos funcionales en EE. UU. Aunque parte del entusiasmo inicial por la aparatología funcional como consecuencia de los experimentos tan favorables con animales se ha desvanecido a la luz de otros resultados menos impresionantes de estudios clínicos y estudios clínicos retrospectivos (v. capítulo 7), los aparatos funcionales se han abierto un hueco importante en el tratamiento actual para modificar el crecimiento.

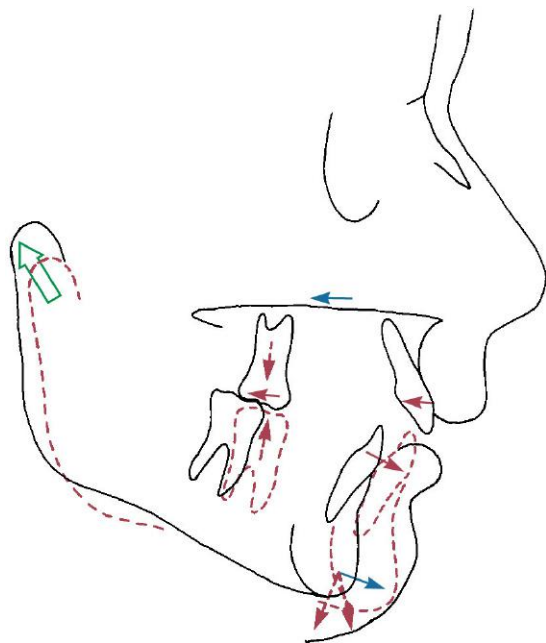


FIGURA 13-23 Esta imagen ilustra los efectos potenciales del tratamiento con aparatos funcionales para corregir una maloclusión esquelética de clase II. El efecto más deseable y variable es un aumento de la longitud mandibular como consecuencia del crecimiento en los cóndilos, que puede acompañarse de una recolocación de la fosa articular por aposición de hueso en su pared posterior. El «efecto de casquete» refrena el maxilar y los dientes superiores, y el avance del maxilar inferior genera a menudo fuerzas sobre los dientes inferiores que hacen avanzar la dentición inferior. La dirección en que se expresa el crecimiento mandibular (anterior y/o inferior) depende sobre todo de la erupción de los molares. Si los molares erupcionan más de lo que aumenta la altura de la rama mandibular (*flechas discontinuas*), el maxilar inferior no podrá crecer anteriormente y no se corregirá una maloclusión de clase II.

Supuestamente, con los aparatos funcionales se produce un crecimiento adicional como respuesta al movimiento de salida del cóndilo mandibular de su fosa, a consecuencia de la disminución de la presión sobre los tejidos condilares o de la alteración de la tensión muscular sobre el cóndilo (fig. 13-23). Aunque puede producirse una aceleración del crecimiento mandibular, como se ha podido comprobar en varios estudios clínicos,²⁷ no es fácil demostrar un aumento de tamaño a largo plazo. Lo que sucede es: 1) un cambio muy modesto en la longitud total del maxilar inferior que, con diferentes tipos de aparatos, alcanzaba un valor medio de 0,16 mm cada mes (intervalo = 0,09-0,24 mm mensuales),²⁸ y 2) en muchos casos una reorientación de ambos maxilares, facilitada habitualmente por una inclinación del plano oclusal en el sentido de las agujas del reloj y una rotación del maxilar superior, el maxilar inferior o ambos. Junto con los posibles efectos mandibulares se observa casi siempre una disminución del crecimiento anterior del maxilar superior (generalmente <1 mm anual). Esto se debe a que la elasticidad de los tejidos blandos faciales produce una fuerza de reacción contra el maxilar superior cuando se mantiene adelantado el maxilar inferior (fig. 13-24). Los aparatos de bloques gemelos parecen proporcionar los mismos resultados satisfactorios tanto en el momento de mayor crecimiento como a edades más tempranas.²⁹ El efecto conseguido representa una combinación de cambios esqueléticos (40%) y dentales (60%)

(es decir, tiende a observarse un efecto muy marcado de elásticos de clase II).

Desde una perspectiva histórica, los correctores fijos de clase II (aparato de Herbst, aparato de recolocación anterior mandibular [MARA], bloques gemelos cementados; fig. 13-25) representan evoluciones más actuales que recientemente han adquirido bastante popularidad como tratamientos en la dentición mixta y la dentición permanente precoz. Herbst ideó su aparato a comienzos del siglo xx y publicó sus estudios en la década de los treinta, pero posteriormente cayó prácticamente en el olvido hasta que Pancherz lo redescubrió y popularizó en la década de los setenta. Este aparato obliga al paciente a ocluir en una posición adelantada y puede inducir cambios esqueléticos y dentales. En estudios sobre los resultados a largo plazo del tratamiento con el aparato de Herbst, Pancherz pudo observar una recidiva importante durante el período inmediatamente posterior al tratamiento. Actualmente recomienda utilizar el aparato de Herbst para la dentición permanente precoz cuando los cambios son más localizados a la protrusión mandibular, pero no para la dentición mixta.³⁰ Dado que el aparato de Herbst puede favorecer la intrusión de los dientes posteriores del maxilar superior, proporciona mejores resultados cuando se utiliza en pacientes con una altura facial anterior normal o ligeramente alargada.³¹ La menor necesidad de cooperación por parte del paciente en comparación con el casquete o con los aparatos funcionales de quita y pon representa una ventaja; desde siempre, la rotura del aparato ha sido un inconveniente importante.

A comienzos de la década de los noventa, Toll y Eckhart desarrollaron conjuntamente el aparato MARA como una alternativa más duradera y menos voluminosa al aparato de Herbst, pero con las mismas propiedades de un aparato fijo y la misma guía de la mordida anterior. Aparentemente, el aparato MARA produce al menos un efecto temporal de casquete e influye en el maxilar inferior (de acuerdo con las mediciones del ángulo SNB) menos que los bloques gemelos y el aparato de Herbst.³² Estos aparatos pueden inclinar realmente los dientes. La inclinación depende de los dientes anteriores y posteriores que se incluyan en las unidades de anclaje mediante cementado o embandado suplementarios. Además, ejercen un efecto protruyente sobre la dentición inferior debido a que hacen contacto con los dientes inferiores, y parte de la fuerza de reacción por el avance mandibular se transmite a los mismos como consecuencia de la fuerza continua que produce el uso del aparato a tiempo completo.³³

El efecto combinado de retracción de los dientes superiores y de protrusión de los inferiores que producen todos los aparatos funcionales es muy parecido al de los elásticos intermaxilares. Este «efecto de elásticos de clase II» puede ser bastante útil en niños que tienen protrusión dental superior y retrusión dental inferior junto con un problema esquelético de clase II, pero resulta perjudicial en aquellos pacientes que muestran retrusión dental superior o protrusión dental inferior. El tratamiento con aparatos funcionales suele estar contraindicado en caso de protrusión dental inferior.

Los aparatos funcionales pueden influir también en la erupción de los dientes posteriores y anteriores. Es posible nivelar una curva de Spee excesiva en la arcada inferior bloqueando la erupción de los incisivos inferiores y dejando que los dientes posteriores de la arcada inferior erupcionen libremente. Si se impide la erupción y el avance de los dientes posteriores de la arcada superior mientras erupcionan y avanzan los dientes posteriores de la arcada inferior, la rotación resultante del plano oclusal y el avance de la dentición contribuirán a corregir la

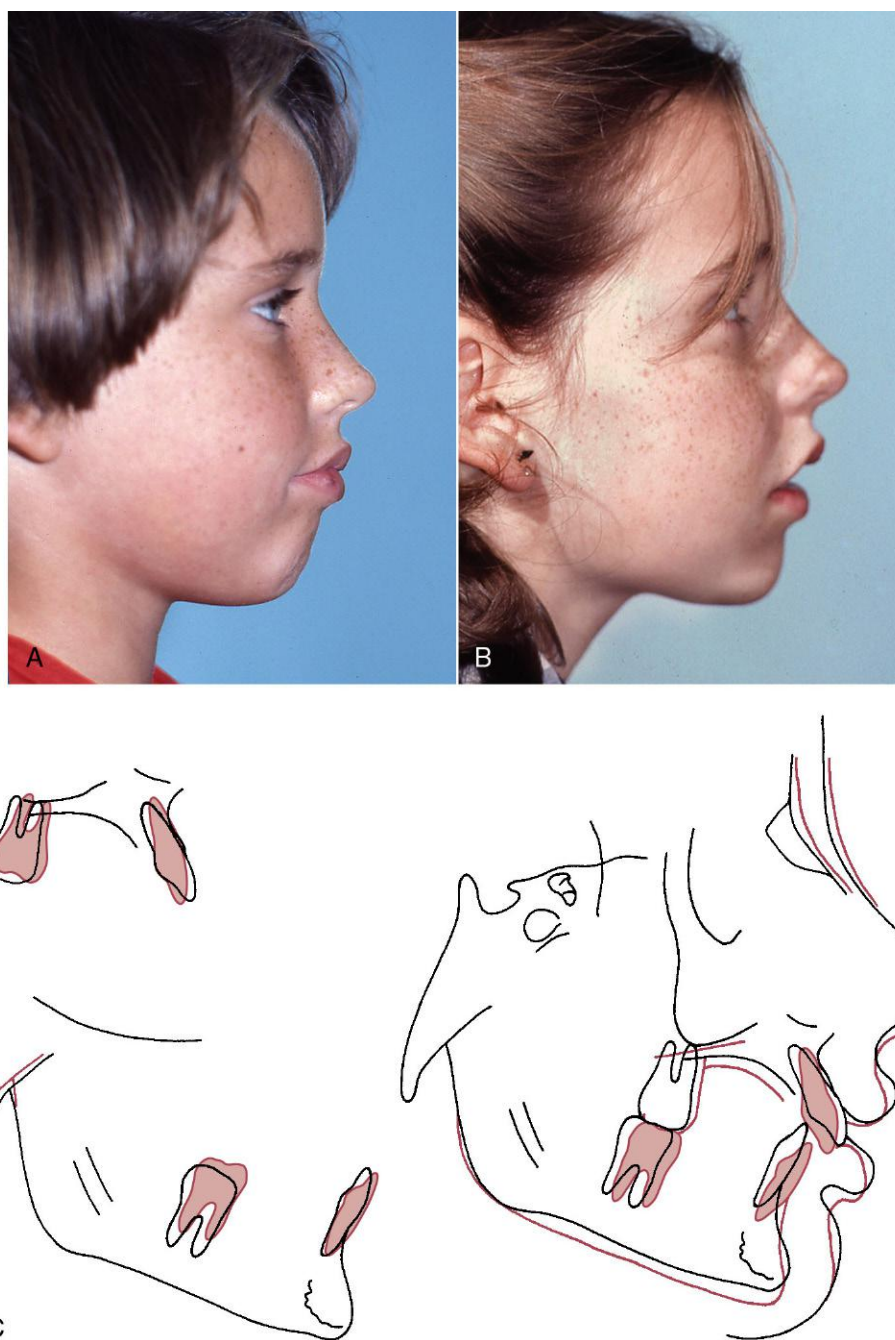


FIGURA 13-24 Esta niña fue tratada con un aparato funcional para corregir una maloclusión de clase II cambiando las relaciones esqueléticas. **A.** Perfil antes del tratamiento. **B.** Perfil después del tratamiento. **C.** Superposición cefalométrica. El principal cambio esquelético que se observa en la superposición de la base del cráneo es una restricción del crecimiento anterior del maxilar superior. Este «efecto de casquete» se observa en la mayoría de los tratamientos con aparatos funcionales que adelantan el maxilar inferior, debido presumiblemente a que los tejidos blandos se distienden cuando avanza el maxilar inferior y esta fuerza se transfiere al maxilar superior. Obsérvese también la erupción diferenciada de los molares inferiores y el avance de los dientes inferiores.

relación dental de clase II. Este es otro efecto que producen la mayoría de los aparatos funcionales en los problemas de clase II (fig. 13-26). Estos cambios, combinados con los efectos esqueléticos mencionados anteriormente, ofrecen la posibilidad de corregir las maloclusiones de clase II. No se necesita ningún tratamiento precoz.

Conviene tener presente que la erupción de los dientes posteriores en un paciente con deficiencia mandibular solo resulta

beneficiosa cuando se produce un crecimiento vertical aceptable. Si la erupción de los dientes posteriores es mayor que el crecimiento de la rama mandibular, el crecimiento mandibular se proyecta más hacia abajo que hacia delante. En pacientes con tendencia a un crecimiento más vertical que anteroposterior incluso sin tratamiento, conviene prevenir una mayor erupción posterior para evitar que se produzca un crecimiento exclusivamente vertical (fig. 13-27). Más adelante, en este mismo capítulo,

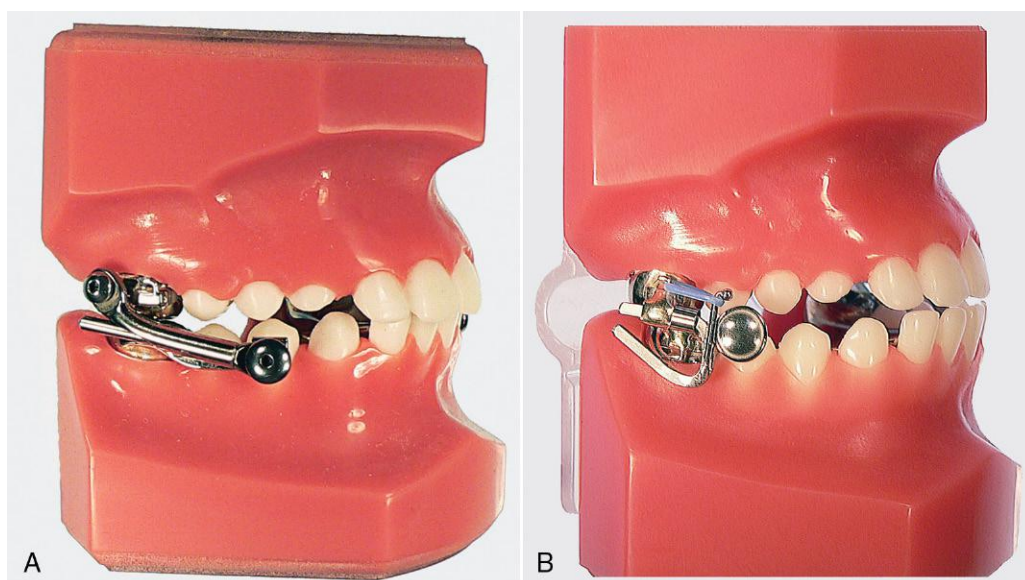


FIGURA 13-25 **A.** Probablemente, el aparato de Herbst proporcione los mejores resultados al final de la dentición mixta. Su diseño más popular incluye actualmente coronas para los primeros molares superiores y los molares inferiores, soportadas por conectores de tipo arco lingual para mejorar la estabilidad. El maxilar inferior avanza de forma pasiva por efecto del émbolo y el tubo unidos a los molares superiores, en voladizo sobre el molar inferior. Se pueden añadir espaciadores al émbolo para adelantar aún más el maxilar inferior. El uso de este aparato no es muy exigente, ya que va cementado, pero exige un compromiso por parte del paciente para evitar su rotura. **B.** El aparato MARA obliga al paciente a adelantar el maxilar inferior para poder cerrar la boca. En caso contrario, el codo superior choca con el brazo fijo inferior. Este aparato, que incluye coronas para los molares conectadas por arco linguales, es resistente y estable. Los pacientes consideran que es menos voluminoso que el aparato de Herbst y suelen preferirlo a este. Para potenciar el avance, se añaden cuñas a la parte horizontal del codo y se liga este último con una ligadura elastomérica. (Fotografías por cortesía de Allesee Orthodontic Appliances [AOA], Sturtevant, WI.)

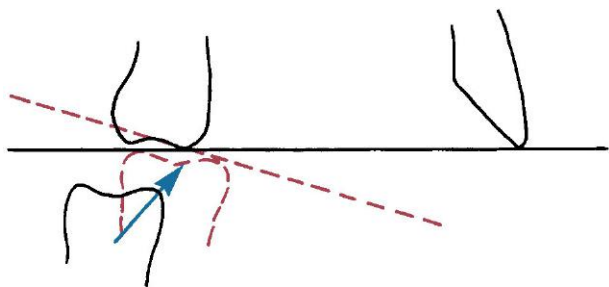


FIGURA 13-26 Para facilitar la corrección de clase II se puede aprovechar la erupción mesial y vertical del molar inferior. Por sí sola, la rotación posterosuperior del plano oclusal mejorará la relación molar.

analizaremos los problemas especiales que puede generar un crecimiento vertical excesivo.

La otra opción para tratar la deficiencia mandibular consiste en restringir el crecimiento del maxilar superior mediante una fuerza extraoral (fig. 13-28) y dejar que el maxilar inferior siga creciendo más o menos normalmente para que pueda alcanzar al maxilar superior (fig. 13-29). Los pioneros de la ortodoncia utilizaban ya a finales del siglo XIX la fuerza extraoral de los casquetes de una forma muy parecida a como la utilizamos actualmente. Sin embargo, debido a los progresos de la ortodoncia a comienzos del siglo XX, se abandonaron los aparatos extraorales y el tratamiento durante la dentición mixta, no porque resultaran ineficaces sino porque se consideraba que suponían una complicación innecesaria. Hacia 1920, Angle y sus seguidores estaban convencidos de

que los elásticos de clase II y clase III no solo movían los dientes sino que también producían cambios esqueléticos importantes, estimulando el crecimiento de un maxilar y restringiendo el del otro. Si los elásticos intraorales pudieran estimular realmente el crecimiento mandibular y restringir al mismo tiempo el del maxilar inferior, no habría que pedirle al paciente que llevara un aparato extraoral, ni habría ningún motivo para iniciar el tratamiento hasta poder disponer de los dientes permanentes.

Las primeras evaluaciones cefalométricas de los efectos del tratamiento ortodóncico (efectuadas en la década de los cuarenta) no respaldaron la hipótesis de que los elásticos intermaxilares produjeran cambios esqueléticos importantes. En un trabajo publicado en 1936, Oppenheim volvía a proponer la idea de que un casquete podría ser un complemento muy útil del tratamiento.³⁴ Sin embargo, hubo que esperar hasta la década de los cuarenta, cuando se conocieron los impresionantes resultados obtenidos por Silas Kloehn al tratar la maloclusión de clase II con un casquete,³⁵ para que la aplicación de una fuerza extraoral sobre el maxilar superior volviera a convertirse en una parte importante de la ortodoncia norteamericana. Estudios cefalométricos de pacientes tratados con el casquete de tipo Kloehn, que incluía una cincha cervical y generaba una fuerza relativamente leve (300-400 g), demostraron que se producía un cambio esquelético consistente en una reorientación de las relaciones intermaxilares.³⁶ Muy pronto, la experiencia nos reveló que aunque se podían conseguir efectos esqueléticos mayores utilizando fuerzas más intensas que las recomendadas por Kloehn, para ello se necesitaba un casquete de tracción superior para evitar un descenso excesivo del maxilar superior y la consiguiente rotación posteroinferior del maxilar inferior.³⁷

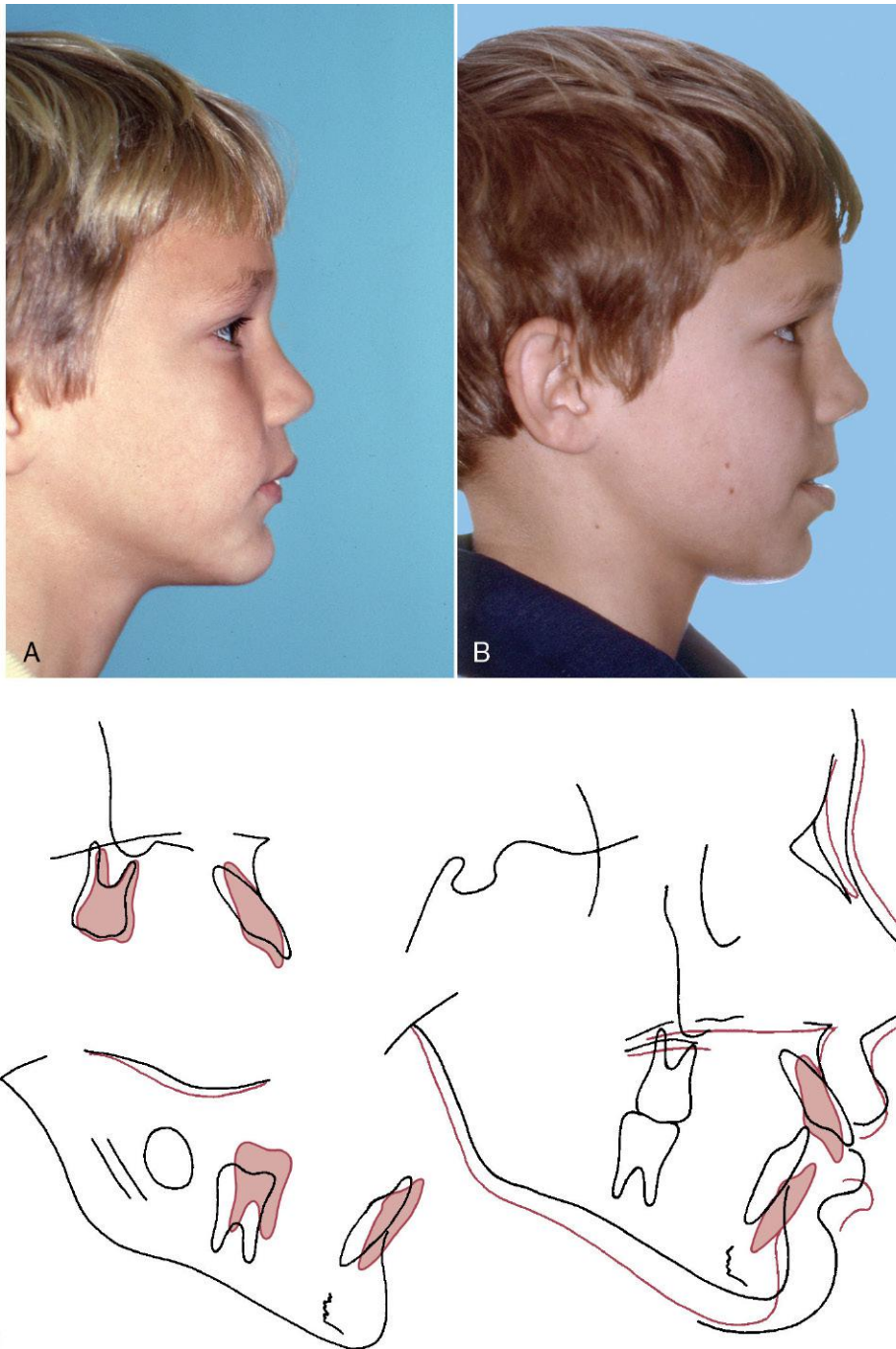


FIGURA 13-27 Una respuesta insuficiente a un tratamiento con aparato funcional de clase II. **A.** Perfil antes del tratamiento. **B.** Perfil después del tratamiento. **C.** Superposiciones cefalométricas. Antes del tratamiento, el niño tenía tendencia a un aumento de la altura de la parte inferior de la cara y a un perfil convexo. La superposición de la base del cráneo indica que el maxilar inferior rotó hacia abajo y hacia atrás debido a una erupción excesiva de los molares inferiores, lo que incrementó aún más la altura de la parte inferior de la cara y la convexidad facial. Se puede observar también en las superposiciones de ambos maxilares el avance de los incisivos inferiores y la retracción de los incisivos superiores, dos efectos indeseables.

No cabría esperar ningún efecto sobre el maxilar inferior, pero nunca se observa una restricción del crecimiento mandibular junto con la del crecimiento del maxilar superior, y en algunos estudios se ha podido observar un ligero aumento del crecimiento mandibular y de la prominencia del mentón durante el tratamiento con un casquete.³⁸

Además de por los efectos esqueléticos, los aparatos funcionales y los casquetes se diferencian también por sus efectos sobre la dentición. A menudo, los aparatos funcionales de quita y pon (especialmente aquellos que se apoyan en los dientes, es decir, los aparatos dentosoportados con un arco labial) ejercen una fuerza distal sobre los incisivos superiores que tiende a inclinarlos lingualmente



FIGURA 13-28 Casquete cervical de tipo Kloehn. Este aparato emplea una cincha cervical y un arco facial para producir una fuerza distal sobre el maxilar superior y los dientes superiores. Se utiliza para controlar el crecimiento anterior del maxilar superior mientras el maxilar inferior crece anteriormente.

y a inclinar los incisivos inferiores anteriormente. La fuerza que ejerce un casquete sobre los molares superiores suele inclinarlos en sentido distal. Esto se acompaña a menudo de alguna distalización de los premolares superiores, ya que la fuerza se transmite a los mismos a través de las fibras gingivales supracrestales. También se observa un efecto vertical sobre los dientes posteriores, extrusivo con el casquete cervical, posiblemente intrusivo con el casquete de tracción alta (raras veces se produce una intrusión verdadera, pero se impide el descenso del maxilar superior y los dientes posteriores). Recordemos que el mero hecho de que los dientes se desplacen distalmente tiende a abrir la mordida anteriormente.³⁹

Disponemos de información específica acerca del tratamiento precoz y tardío de los problemas de clase II, procedente de estudios clínicos aleatorizados. En la década de los noventa se llevaron a cabo dos proyectos importantes en las universidades de Carolina del Norte y de Florida, utilizando una metodología de estudios clínicos aleatorizados.^{27,38} Más recientemente se ha completado otro estudio importante en la Universidad de Manchester, en Gran Bretaña.⁴⁰ Los resultados representan con mucha diferencia los mejores datos de los que hemos dispuesto nunca sobre la respuesta al tratamiento de clase II precoz. Los datos de todos estos estudios demuestran que, por término medio, los niños tratados con un casquete o un aparato funcional experimentaron una mejora pequeña, pero estadísticamente significativa, de sus relaciones intermaxilares, algo que no se observó en los niños no tratados. Actualmente, ya no nos cabe ninguna duda de que la modificación del crecimiento en niños de clase II resulta muy eficaz: funciona en la mayoría de los pacientes.

Una cuestión más importante en relación con el momento más indicado para el tratamiento es: ¿el tratamiento precoz con un casquete o un aparato funcional produce un resultado a largo plazo diferente cuando se comparan los resultados del

tratamiento precoz con los del tratamiento posterior (durante la adolescencia)? El estudio de la Universidad de Carolina del Norte se prolongó hasta una segunda fase de tratamiento para todos los niños, con el objeto de comparar mejor el tratamiento precoz en dos fases con el tratamiento posterior en una sola fase. También se dispone de datos del ensayo de Florida. Tanto los controles originales como los dos grupos que se sometieron a una modificación prepuberal del crecimiento se volvieron a someter a un tratamiento ortodóncico completo con aparatos fijos (fase 2) tras la erupción de sus dientes permanentes, durante la adolescencia.

Estos datos demuestran que los cambios producidos en las relaciones esqueléticas durante el tratamiento precoz revirtieron al menos en parte como consecuencia del crecimiento compensador posterior, en los grupos del casquete y de los aparatos funcionales. Al término de la segunda fase, las relaciones esqueléticas eran similares en los controles originales y en los grupos de tratamiento precoz. Al final de la segunda fase tampoco se observaron diferencias en las puntuaciones Peer Assessment Rating (PAR), que reflejan la alineación y la oclusión de los dientes, entre los niños que habían recibido tratamiento precoz y los que no lo habían recibido. Las extracciones y el tratamiento quirúrgico posterior fueron también similares en los dos grupos, aunque el tratamiento con aparatos funcionales incrementó la necesidad de extracciones.

Basándonos en estos estudios, ¿qué conclusiones podemos sacar sobre los resultados de intentar modificar el crecimiento en niños de clase II y los efectos beneficiosos del tratamiento precoz para los problemas de clase II? Parece que:

- Es probable que se produzcan cambios esqueléticos por el tratamiento precoz con un casquete o un aparato funcional, pero que tiendan a disminuir o desaparecer con el crecimiento y el tratamiento posteriores.
- Los cambios esqueléticos representan solo una parte del efecto del tratamiento, aunque se intente limitar el movimiento dental.
- Tras un tratamiento general posterior, se observa una alineación y una oclusión muy similares en los niños que han recibido tratamiento precoz y los que no lo han recibido.
- Con el tratamiento precoz no disminuye el número de niños que necesitan extracciones durante una segunda fase de tratamiento o de aquellos que finalmente precisan cirugía ortognática.
- La segunda fase del tratamiento tiene una duración parecida en aquellos que se han sometido a una primera fase del tratamiento precoz para modificar el crecimiento y aquellos que no han recibido ese tratamiento.

De acuerdo con estos resultados, parece claro que en la mayoría de los niños de clase II el tratamiento precoz no es más eficaz que el tratamiento tardío. El tratamiento precoz es menos eficaz, ya que requiere más tiempo y es más caro.

En los estudios sobre el tratamiento precoz se pudo observar igualmente que entre los grupos de tratamiento y de control (ambos con un autoconcepto razonablemente elevado al comenzar), el grupo de tratamiento precoz demostró mayor autoconcepto, menos ansiedad y mejor aspecto físico, popularidad, felicidad y satisfacción que los controles al final de la primera fase. Los pacientes tratados consideraban además que los efectos beneficiosos del tratamiento consistían en bienestar general, confianza, salud dental y mejor función bucal.⁴⁰ No obstante, esta diferencia desaparecía hacia el final de la segunda fase, una vez que ambos grupos terminaban su tratamiento completo.

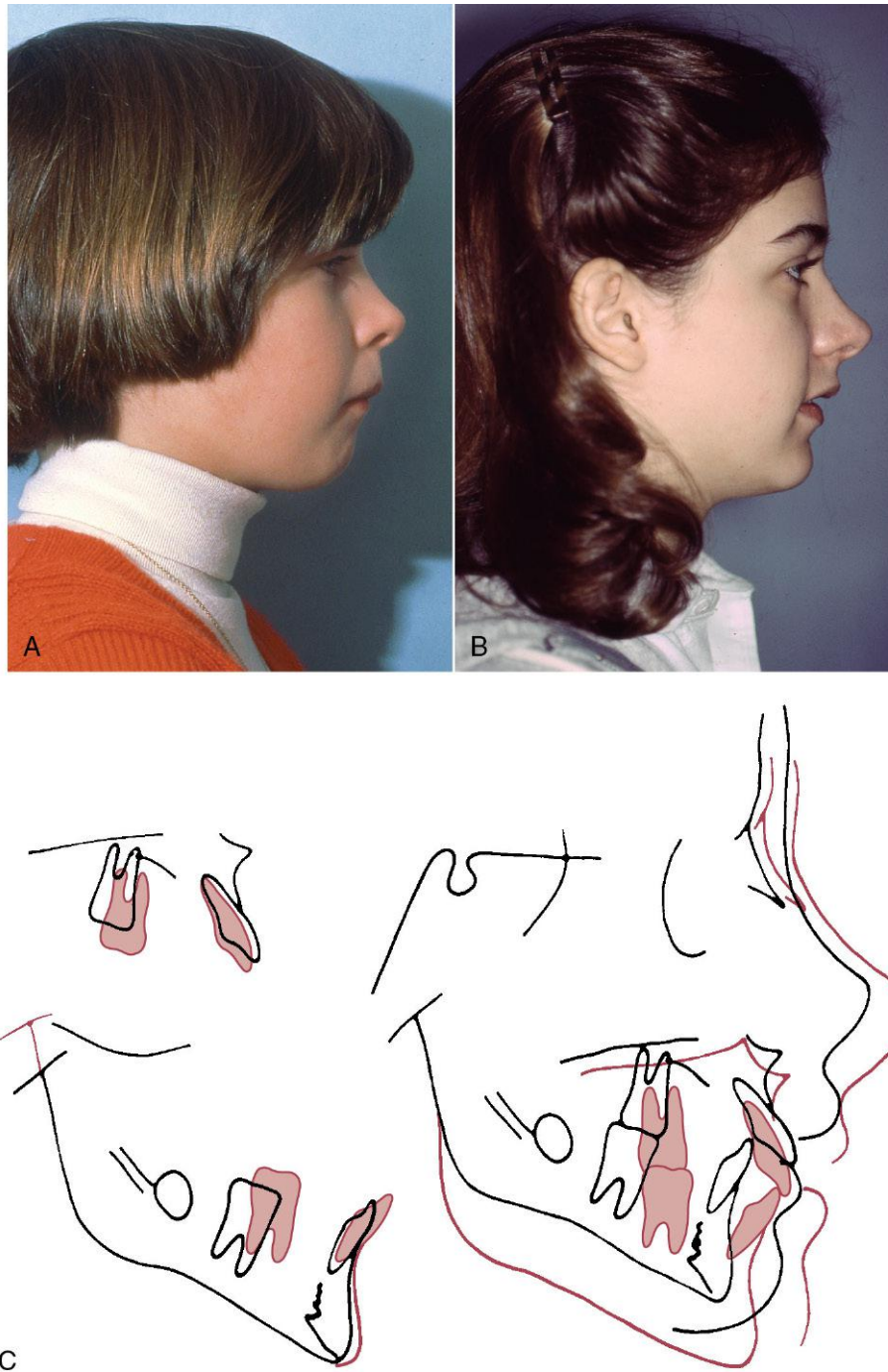


FIGURA 13-29 Un casquete puede ser un tratamiento muy eficaz en pacientes con deficiencias mandibulares si el maxilar inferior crece mientras lo utilizan. El aspecto facial antes (A) y después (B) del tratamiento con un casquete y elásticos de clase II. C. Superposiciones cefalométricas antes y después del tratamiento. Esta paciente mostraba una restricción del crecimiento maxilar y un crecimiento mandibular bastante impresionante, combinados con una distalización de los dientes superiores y un movimiento mesial de los inferiores, acompañados por una erupción posterior.

Esto quiere decir que el tratamiento precoz de clase II está indicado en algunos niños, pero no en todos. Los datos parecen demostrar que su principal indicación sería un niño con problemas psicosociales como consecuencia de su aspecto dental y facial.

Si se opta por el tratamiento precoz, al considerar los efectos dentales y esqueléticos en la arcada superior que acompañan a cualquier mejora del crecimiento mandibular,

se suelen elegir aparatos funcionales para tratar la deficiencia mandibular durante la dentición mixta. En muchos pacientes que no tienen un exceso maxilar o una deficiencia mandibular muy marcados como parte de su problema de clase II, se puede utilizar cualquier tipo de aparato que el paciente esté dispuesto a llevar, con algún resultado. Probablemente sea mejor utilizar un casquete en pacientes con un exceso evidente del maxilar superior.

Componentes de los aparatos funcionales de clase II fijos y de quita y pon

Los cambios conseguidos con los aparatos funcionales, y especialmente sus efectos sobre los dientes, son el resultado de su diseño. En esta sección explicaremos brevemente la forma de utilizar los componentes de estos aparatos para producir los efectos deseados y posiblemente mitigar los efectos indeseables. La prescripción correcta de un aparato debe especificar los componentes del mismo que pueden ayudarnos a resolver mejor los problemas concretos de un paciente. Es muy importante visualizar mentalmente el diseño del aparato antes de obtener las impresiones y el registro de la mordida, ya que la técnica de impresión dependerá de los componentes que se hayan elegido para el aparato, del lugar donde vayan a ir colocados y del espacio intraarcastas que se necesite para ellos.

Componentes para adelantar el maxilar inferior

Los componentes para adelantar el maxilar inferior suelen clasificarse en activos o pasivos. Si el paciente tiene que movilizar voluntariamente el maxilar inferior para evitar una interferencia, el aparato es activo. Si solo le permite una ruta restringida de movimiento o cierre, es un aparato pasivo. De acuerdo con esta

definición, los aparatos utilizados habitualmente durante la fase de dentición mixta (como el activador, el bionator, los bloques gemelos y el MARA) son aparatos activos, mientras que el de Herbst es un aparato pasivo.

Para la mayoría de los pacientes con deficiencia mandibular, un bionator o un aparato de tipo activador (v. fig. 13-20) representan la opción más sencilla, más duradera y mejor aceptada. Unas aletas, ya sea contra la mucosa alveolar inferior, por debajo de los molares inferiores, o unas almohadillas linguales que hagan contacto con el tejido por debajo de los incisivos inferiores, aportan el estímulo para colocar el maxilar inferior en una nueva posición más adelantada (fig. 13-30). El aparato de Frankel incluye unas almohadillas linguales que se apoyan en la encía por debajo de los incisivos inferiores para estimular el avance del maxilar inferior. Otro mecanismo que se puede emplear para adelantar el maxilar inferior son unas rampas soportadas por los dientes, como las del aparato de bloques gemelos (v. fig. 13-22), lo mismo que el codo del aparato MARA (v. fig. 13-25). Todos estos aparatos se basan en la idea de que se puede modificar el crecimiento gracias a que el paciente utiliza su propia musculatura para adelantar el maxilar inferior (aparatos activos), a diferencia del avance pasivo producido por el aparato, que genera una presión externa sobre los dientes mientras el paciente está relajado.

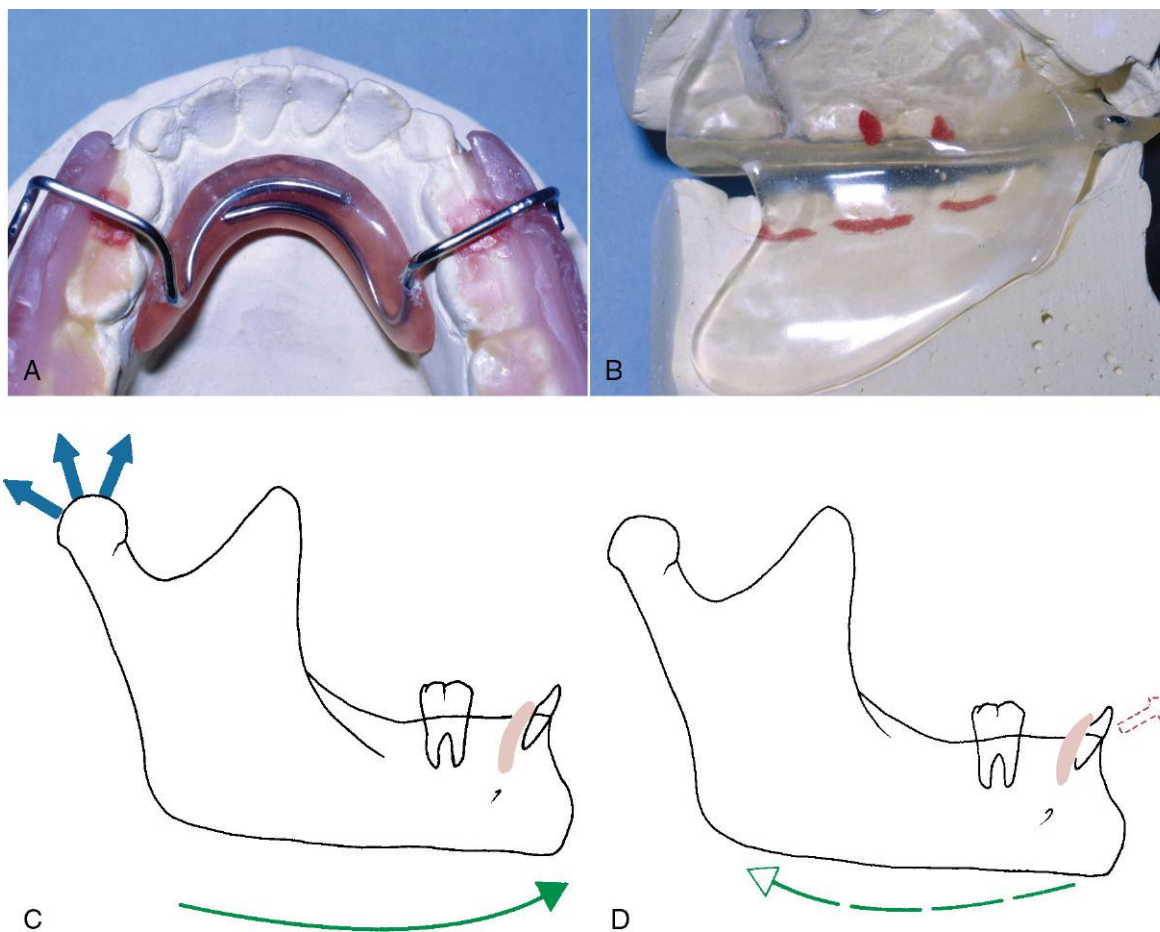


FIGURA 13-30 La almohadilla o aleta lingual determina la postura vertical o anteroposterior del maxilar inferior en la mayoría de los aparatos funcionales. **A.** La pequeña almohadilla lingual de un aparato de Frankel. **B.** La extensa aleta lingual de un activador modificado. **C.** Los componentes linguales no solo adelantan el maxilar inferior, sino que ejercen también un efecto protruyente (**D**) sobre los incisivos inferiores cuando el maxilar inferior intenta volver a su posición original, especialmente si algún componente del aparato contacta con estos dientes.

Todos los aparatos fijos tienen la ventaja de su uso a tiempo completo y de producir un cambio postural permanente (por lo menos hasta que el odontólogo retira el aparato), y el inconveniente de que no se puede evitar la presión que ejercen sobre los dientes, que produce movimientos compensatorios de los incisivos y los molares; simplemente, el paciente no puede mantener el maxilar inferior adelantado activamente en todo momento. Puede que la cuestión no sea si el aparato es activo o pasivo, sino dónde y cómo ejerce la fuerza sobre los dientes y cuánta compensación dental incorpora el tratamiento. Cuanto mayor sea el cambio dental, menos espacio habrá para el cambio esquelético, con independencia del medio empleado.

Otros posibles componentes

Componentes para el control vertical. Cuando se pone plástico acrílico o alambre en contacto con un diente y se abre la dimensión vertical por encima de la posición postural normal, la distensión de los tejidos blandos ejerce una fuerza de intrusión sobre los dientes (fig. 13-31). Normalmente no se produce ninguna intrusión, debido probablemente a que la fuerza no es constante, pero es probable que se impida la erupción. Por consiguiente, la presencia o ausencia de topes oclusales o incisales (como los bloques de mordida) representa un medio de controlar la posición vertical de los dientes anteriores o posteriores, que permite que los dientes erupcionen allí donde se desee y lo impide allí donde no se desee. El diseño de todo aparato funcional suele incluir un control vertical de este tipo.

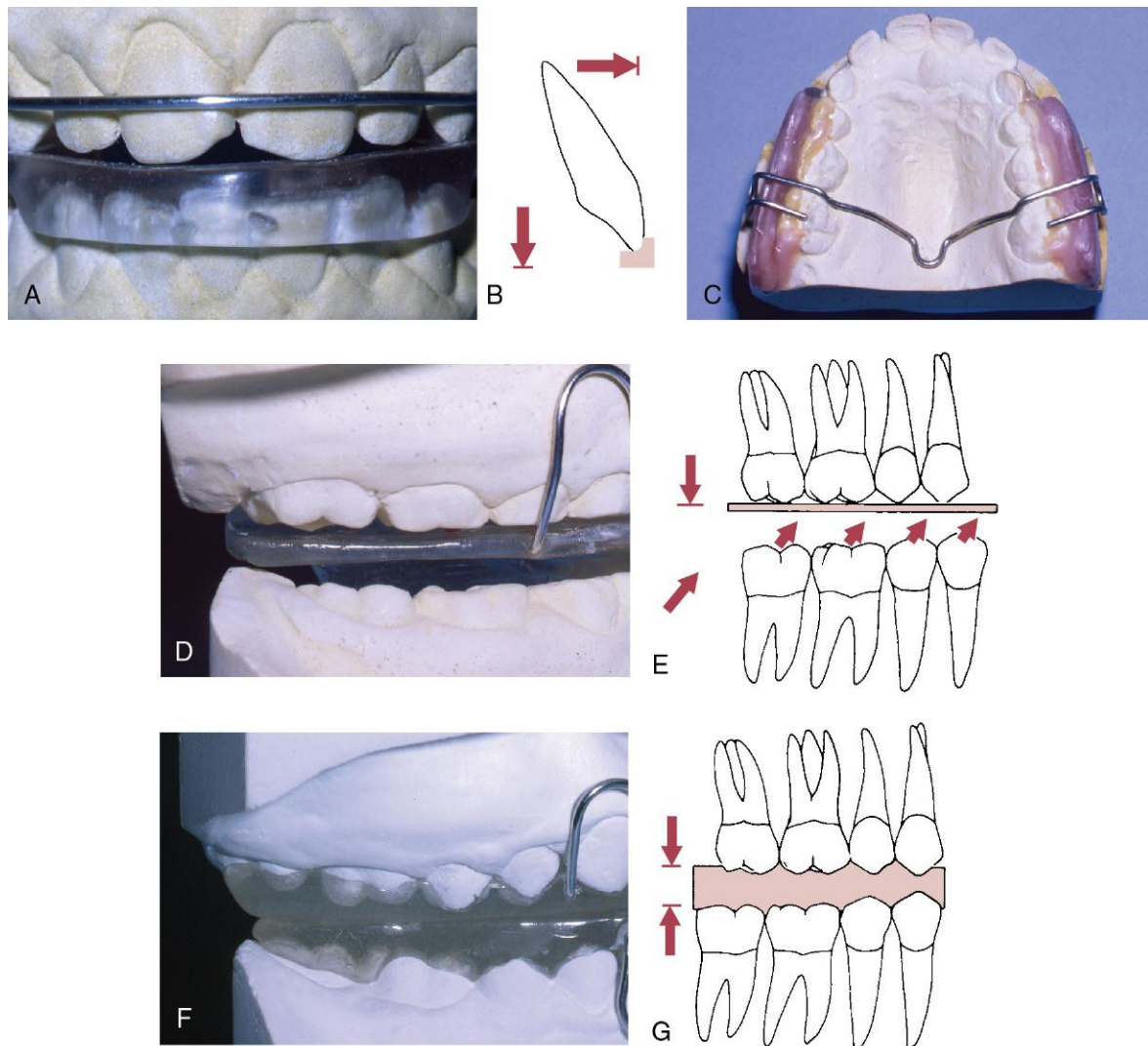


FIGURA 13-31 Los topes incisales y oclusales controlan la erupción de los dientes anteriores y posteriores, respectivamente. **A.** El acrílico cubre los incisivos inferiores y sirve de tope para los incisivos superiores, previniendo la erupción de los mismos. **B.** Los topes incisales se pueden extender hasta la superficie vestibular y controlar la posición anteroposterior de los incisivos, como se muestra en este diagrama de la arcada superior. **C.** Los topes posteriores pueden ser de alambre o de acrílico (**D**). **E.** Esta colocación de los topes oclusales inhibe la erupción de los dientes superiores, pero permite erupcionar a los inferiores. **F.** Un bloque de mordida posterior de acrílico completo impide la erupción de los dientes superiores e inferiores (**G**) y sirve también para controlar el incremento de las dimensiones verticales faciales.



FIGURA 13-32 A. Un escudo lingual impide que la lengua en reposo (y el molar, los dedos y otros objetos) se meta entre los dientes. B. El escudo acrílico se coloca por detrás de los dientes anteriores, dejando que estos erupcionen libremente mientras que (normalmente) los dientes posteriores quedan bloqueados.

Lo mismo sucede con la posición de la lengua. Los escudos linguales impiden que la lengua en reposo se introduzca entre los dientes (fig. 13-32), lo que tiene el efecto de favorecer la erupción dental. Es especialmente importante utilizar un escudo lingual si se desea que erupcionen los dientes posteriores de un lado pero no los del otro. Conviene señalar que este componente suele limitar la aceptación del aparato por parte de los pacientes, ya que dificulta el habla.

Componentes de estabilización. Para retener un aparato funcional en su posición dentro de la boca se pueden usar diferentes tipos de ganchos (fig. 13-33, A) (v. también el comentario sobre los ganchos para aparatos de quita y pon en el capítulo 10). A menudo, los ganchos ayudan a que un paciente que utiliza por primera vez un aparato se adapte al mismo. Se pueden usar en un primer momento y después retirarse, desactivarse o permitir que se vayan aflojando gradualmente con el uso, si así se desea, una vez que el paciente haya aprendido a utilizar el aparato. El arco labial tendido entre los incisivos superiores que incluyen muchos aparatos funcionales (v. fig. 13-33, B) debe considerarse y manipularse como un componente estabilizador en casi todos los casos.

Componentes pasivos. Los escudos bucales y almohadillas labiales de plástico que incorpora el aparato de Frankel (fig. 13-34) mantienen los tejidos blandos alejados de los dientes, interrumpiendo el equilibrio entre la lengua, los labios y la mejilla, lo que a su vez favorece el movimiento vestibular de los dientes y una expansión de la arcada que hacen aumentar también el perímetro de la misma. Este método para mover los dientes refleja la idea de que la mayor parte del movimiento dental estable se consigue modificando los tejidos blandos circundantes pero, evidentemente, una vez que se retira el aparato es probable que la situación vuelva a la que existía previamente.

Se pueden añadir escudos bucales y almohadillas labiales a cualquier aparato para facilitar la expansión de las arcadas. Tienen el inconveniente de que pueden irritar aún más los tejidos blandos y desanimar a los pacientes. La adición de un tope vertical sobre los incisivos inferiores (fig. 13-35) permite reducir la irritación causada por las almohadillas labiales y hace que el aparato resulte más cómodo y aceptable para los pacientes.



FIGURA 13-33 A. Ganchos y retención, necesarios para mantener en su posición algunos tipos de aparatos con componentes activos como resortes y tornillos de expansión. Los ganchos sirven también como aparato de entrenamiento cuando los pacientes están aprendiendo a adaptarse a un aparato funcional que recoloca su maxilar inferior. El tubo para un casquete de tracción alta puede estabilizar el aparato y ejerce una fuerza distal extraoral sobre el maxilar superior. B. El objetivo de un arco labial en un aparato funcional consiste en orientarlo hacia la posición correcta, no en inclinar lingualmente los incisivos superiores. Por este motivo, hay que ajustar el arco para que no toque los dientes cuando el aparato asiente en su posición. Incluso entonces, suele hacer contacto con los mismos durante el movimiento o el desplazamiento del aparato. Por consiguiente, una inclinación lingual indeseable de los incisivos durante el uso de un aparato funcional suele indicar que el niño no puede mantener el maxilar inferior adelantado mientras lleva el aparato.

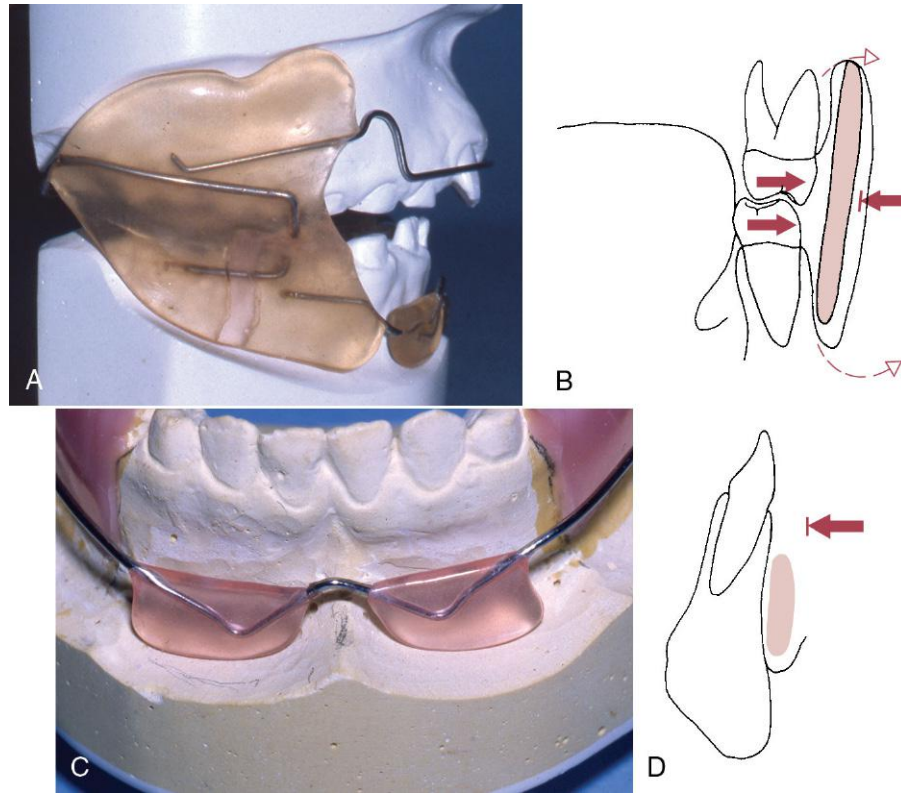


FIGURA 13-34 A. Un escudo bucal mantiene la mejilla alejada de la dentición y facilita la expansión dental posterior (B), rompiendo el equilibrio entre la lengua y la mejilla. El escudo se coloca lejos de los dientes en aquellas zonas en las que se desea expandir la arcada. Si se prolonga el escudo hasta el fondo del vestibulo puede producirse una distensión perióstica que favorece el depósito de hueso (*flechas discontinuas*). C. La almohadilla labial mantiene el labio inferior (o el superior con el aparato de Frankel III) alejado de los dientes y hace que se distienda y forme un sello labial. D. Hay que colocar la almohadilla con mucho cuidado en la base del vestibulo para no irritar los tejidos blandos.



FIGURA 13-35 Frankel diseñó deliberadamente sus aparatos para limitar el contacto con los dientes, pero esto significa que pueden moverse e irritar los tejidos blandos. Se puede añadir una cubierta oclusal para los incisivos inferiores que estabilice el aparato y reduzca los problemas de cumplimiento del tratamiento, sin mermar la capacidad del mismo para guiar el crecimiento. (Por cortesía del Dr. A. Willis.)

Componentes activos de expansión/alineación. En teoría, no existe ninguna razón para no compaginar la modificación del crecimiento con un aparato funcional de quita y pon y el movimiento activo de los dientes producido con resortes o tornillos. Los activadores originales no incluían ningún resorte ni tornillo, pero, posteriormente, en los activadores modificados se añadieron a su estructura placas activas para que pudieran mover los dientes mientras se modulaba el crecimiento de los maxilares (fig. 13-36).

Decididamente, la adición de elementos activos a un aparato funcional de quita y pon tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Existen tres problemas. El primero es que la corrección de las relaciones oclusales mediante el movimiento activo de los dientes no es el objetivo del tratamiento con un aparato funcional y, de hecho, cuanto mayor sea el movimiento dental, menos cambio esquelético se podrá conseguir o aprovechar (fig. 13-37). En segundo lugar, no es posible conseguir unas posiciones dentales muy exactas utilizando resortes o tornillos en aparatos de quita y pon. Y por último, el movimiento dental será solo de inclinación, que es menos estable y más propenso a la recidiva. Esto significa que los aparatos de quita y pon diseñados para abarcar todos los aspectos del tratamiento tienen pocas indicaciones en la ortodoncia actual.

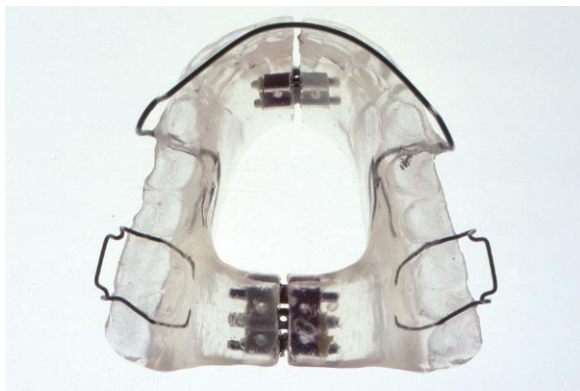


FIGURA 13-36 Algunos aparatos funcionales que se apoyan en los dientes incorporan tornillos de expansión para aumentar las dimensiones sagitales y transversales. Esta modificación obliga a usar ganchos posteriores para mejorar la retención. El activador de expansión y el corrector ortopédico son ejemplos de aparatos activos dentosoportados. Los tornillos producen fuerzas intensas e intermitentes, y no las fuerzas fisiológicas leves y continuas que se prefieren actualmente, y suelen favorecer la inclinación vestibular de los dientes anteriores. Este tipo de aparato tiene muy pocas indicaciones actualmente.

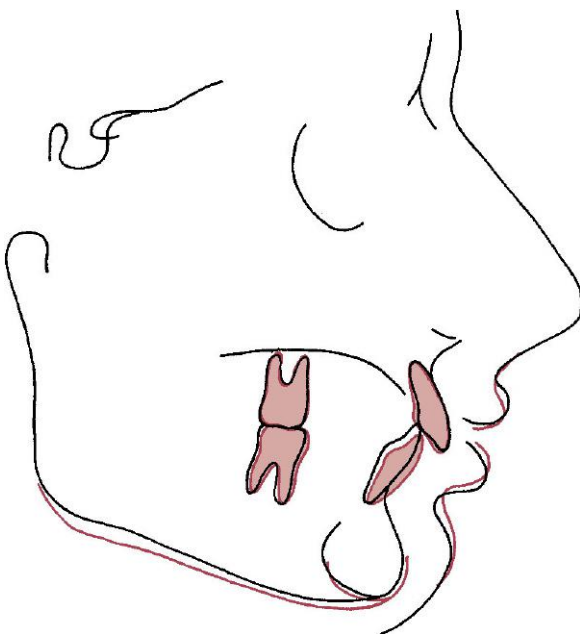


FIGURA 13-37 Superposición cefalométrica que muestra una respuesta insatisfactoria a un aparato funcional de quita y pon para una maloclusión esquelética de clase II. Se observa una falta de respuesta esquelética, pero sí se aprecian cambios dentales, incluidos el avance de los incisivos inferiores, una leve retracción y elongación de los incisivos superiores, y una rotación posteroinferior del maxilar inferior. La adición de resortes a un aparato funcional empeora la respuesta al tratamiento si acentúa este patrón de movimiento dental.

Métodos de tratamiento con aparatos funcionales

Alineación previa al tratamiento. Una vez que se han establecido los objetivos del tratamiento y se ha tomado la decisión de usar un aparato funcional, hay que examinar minuciosamente la posición y las relaciones de los incisivos. Dado que los aparatos funcionales utilizados para tratar la deficiencia mandibular tienen

que mantener el maxilar inferior en una posición protruida para producir un efecto terapéutico, es muy importante que el paciente sea capaz de adelantarlos al menos 4-6 mm. La mayoría de los niños con deficiencia mandibular tienen un resalte considerable y pueden hacerlo fácilmente, pero en algunos casos las interferencias entre los incisivos les impiden adelantar el maxilar inferior hasta la posición correcta para poder registrar la mordida. El problema puede radicar en un desplazamiento lingual de los incisivos superiores (patrón de incisivos de clase II, división 2) o en la presencia de unos incisivos irregulares y apiñados en cualquiera de las arcadas. (Conviene recordar que el desplazamiento vestibular de los incisivos inferiores, que se produciría al alinearlos sin crear el espacio necesario para ello, contraindica el tratamiento con aparatos funcionales, que haría que se moviesen aún más en sentido vestibular.)

Tanto en los pacientes de clase II, división 2 con un resalte limitado como en aquellos de clase II, división 1 con unos incisivos superiores apiñados e irregulares, la primera parte del tratamiento consiste en inclinar anteriormente y/o alinear los incisivos superiores (fig. 13-38). Para ello se pueden utilizar aparatos funcionales fijos o de quita y pon, dependiendo del tipo y de la magnitud del movimiento dental que se requiera, pero un aparato funcional fijo es bastante compatible con unos anclajes cementados en los incisivos, mientras que un aparato de quita y pon no lo es. Generalmente, un breve período de tratamiento con un embandado y cementado limitado de los dientes superiores proporciona la alineación y el resalte necesarios para poder obtener una mordida de trabajo apropiada con el maxilar inferior en posición anteroinferior para corregir la deficiencia horizontal y vertical. Para controlar su tendencia a la recidiva lingual, hay que mantener en su nueva posición los incisivos durante varios meses después de recolocarlos.

Impresiones y mordida de trabajo

A continuación, hay que obtener impresiones de las arcadas superior e inferior y registrar la posición mandibular deseada, o «mordida de trabajo».

La técnica de impresión utilizada para un aparato funcional de quita y pon dependerá de los componentes que se vayan a incorporar al mismo. Es muy importante conseguir una buena reproducción de los dientes y una representación exacta de la zona en la que se colocarán las aletas o almohadillas labiales. Si se van a usar escudos bucales o almohadillas labiales, es importante que las impresiones no se extiendan demasiado y desplacen los tejidos, ya que esto dificulta o impide ubicar con exactitud los componentes del aparato en el vestíbulo. Una colocación incorrecta de los componentes puede causar irritación tisular prolongada, molestias, problemas para ajustar el aparato, y rechazo por parte del paciente.

Para un aparato funcional cementado, adherido o parcialmente fijo es fundamental obtener unas impresiones muy exactas de los dientes, pero no es tan importante la extensión de las mismas a los vestíbulos. Si se utilizan bandas o coronas de acero para retener un aparato de Herbst, se pueden fabricar indirectamente sobre un modelo en el laboratorio, rebajando los dientes para crear espacio; son muchos los odontólogos que prefieren este método, que les permite ahorrar mucho tiempo. Si el odontólogo suministra las bandas o las coronas sobre moldes o en impresiones, será necesario proceder a la separación antes de adaptar las bandas y de entregar el aparato.

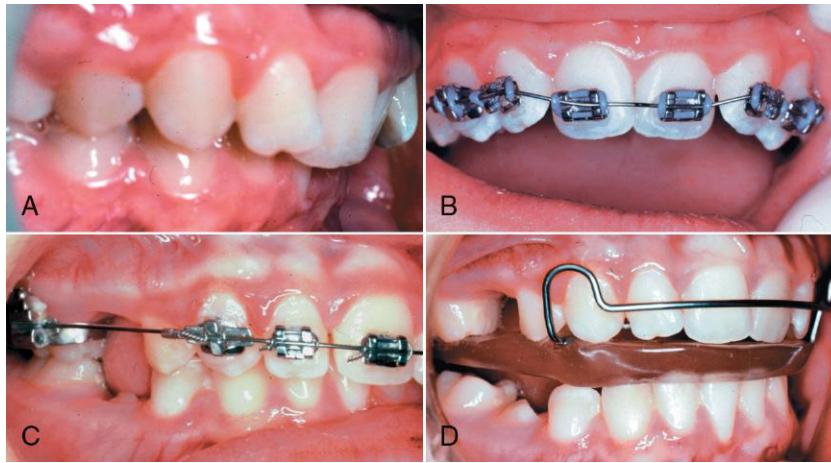


FIGURA 13-38 **A.** En esta chica con una maloclusión de clase II, división 2, fue imposible obtener el registro de la mordida para un aparato funcional hasta que los incisivos superiores se inclinaron en sentido vestibular. **B.** Aunque este cambio se podía efectuar hasta hace poco tiempo con un aparato superior de quita y pon con resortes digitales, actualmente la alineación prefuncional se suele conseguir de manera más eficiente con un aparato fijo parcial. En este caso, se colocaron bandas en los molares, se cementaron los caninos e incisivos, y se colocó un alambre superelástico de NiTi. **C.** La misma paciente 2 meses después, una vez conseguida la alineación y establecido el resalte. **D.** La misma paciente 4 meses después, con un bionator de mordida profunda colocado. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

Si se usan bandas o coronas de laboratorio, la separación solo es necesaria antes de entregar el aparato. La mayoría de los odontólogos han dejado ya de usar bandas para la retención de los aparatos funcionales fijos, ya que han comprobado que se deforman y se rompen con facilidad. Son mejores las coronas metálicas, que se adaptan sin necesidad de reducir los dientes; las férulas coladas que pueden cementarse, o las férulas acrílicas cementadas. Las coronas deben tener orificios, no para que salga el cemento, sino para poder acceder a la superficie oclusal al intentar extraer el aparato. Esto ofrece un punto de apoyo para apalancar sobre la estructura dental.

La mordida de trabajo es la misma para los aparatos funcionales fijos y de quita y pon. Para obtenerla se adelanta el maxilar inferior con el objeto de sacar los cóndilos de sus fosas y establecer la apertura vertical deseada (fig. 13-39).

A menos que haya que corregir una asimetría, hay que adelantar el maxilar inferior simétricamente para que no varíen apreciablemente las relaciones en las líneas medias previas al tratamiento. Nosotros recomendamos un avance de 4-6 mm y una apertura vertical de 3-4 mm, pero siempre de manera que el paciente se sienta cómodo y no se sobrepase una relación de borde con borde entre los incisivos. Las razones prácticas para recomendar este avance tan discreto son una mayor comodidad para el paciente, una mejor estética facial y un mejor cumplimiento del tratamiento por parte del paciente que con un avance más marcado. Los avances discretos obligan a más ajustes en los aparatos. No existen pruebas que respalden la hipótesis de que los avances discretos son más eficaces debido a que la adaptación muscular es mejor. Desde una perspectiva científica, parece que cualquier tipo de avance (ya sea importante, moderado o relativamente pequeño) puede modificar el crecimiento, y que existen pocas diferencias entre los resultados.⁴¹

Si se va a limitar la erupción de los dientes posteriores de ambas arcadas, por ejemplo, en un niño con una altura facial vertical excesiva (v. comentario adicional, más adelante en este capítulo), para obtener la mordida de trabajo el paciente debe abrir la boca 2-3 mm más que la dimensión vertical de reposo

(es decir, 5-6 mm de apertura total en la región molar), para que la distensión de los tejidos blandos contra los bloques de mordida genere una fuerza continua que se oponga a la erupción.

Manejo clínico de los aparatos funcionales

Aparatos funcionales de quita y pon. Cuando el laboratorio devuelve un aparato funcional de quita y pon hay que comprobar si está debidamente construido y si encaja sobre el modelo de trabajo. Lo mejor es ajustar el aparato y trabajar con el niño hasta que llegue a dominar su colocación y extracción antes de hablar con los padres. De este modo, el niño constituye el principal foco de atención en un primer momento y se evitan los efectos de algunos comentarios paternos como «esto va a ser demasiado complicado».

Con cualquier aparato funcional conviene siempre un período de adaptación. Un buen método inicial consiste en hacer que el niño lleve el aparato solo durante un período de tiempo muy corto cada día e ir aumentando gradualmente el mismo durante las primeras semanas. Hay que explicarle al niño que durante algún tiempo le costará hablar, pero que con el tiempo se sentirá más cómodo y le costará menos hablar. Los mayores problemas para hablar se observan cuando hay una masa de plástico acrílico por detrás de los dientes anteriores o entre los mismos.

Para que resulten eficaces, los aparatos funcionales deben utilizarse mientras se produce el crecimiento y erupción de los dientes. Si el aparato está colocado durante esas horas, se puede aprovechar el crecimiento esquelético y utilizar o inhibir la erupción de los dientes. Actualmente sabemos (v. capítulo 8) que el crecimiento esquelético sigue un ritmo circadiano. La mayor parte del crecimiento se produce durante las horas vespertinas, cuando se secreta la hormona del crecimiento; la erupción activa de los dientes coincide con ese mismo período de tiempo, generalmente entre las 8 de la mañana y la medianoche o la 1 de la madrugada. Para aprovecharse de ese período de tiempo, conviene que los niños lleven los aparatos funcionales desde



FIGURA 13-39 Pasos para obtener una «mordida de trabajo» para la construcción de un aparato funcional. **A.** Se colocan varias capas de cera dura unidas y cortadas al tamaño de la arcada inferior. Se pueden usar los registros preliminares del paciente para recortar la cera a un tamaño que permita registrar todos los dientes posteriores, sin cubrir los anteriores ni hacer contacto con las zonas retromolares. Es importante evitar interferencias de los tejidos blandos retromolares. Si no se detectan esas interferencias, el aparato terminado no asentará correctamente. En el mejor de los casos, esto obligará a reducir los topes posteriores de plástico, si el diseño los incluyera. En el peor de los casos, habrá que obtener un nuevo registro de la mordida y fabricar un nuevo aparato. **B.** Como preparativo para obtener la mordida de trabajo, se ablanda la cera en agua caliente mientras el niño practica la posición para la mordida de trabajo. Algunos niños pueden reproducir fácilmente la mordida de trabajo después de algunos intentos de prueba, pero otros necesitan más tiempo y quizá algo de ayuda. Se asienta la cera reblandecida sobre los dientes posteriores de la arcada superior y se coloca en posición presionando para asegurar una buena indexación de los dientes. **C.** Dejando al descubierto los dientes anteriores, es fácil valorar la posición del maxilar inferior mientras se obtiene la mordida. Se guía el maxilar inferior a la posición anteroposterior y vertical correcta, observando las relaciones de la línea media y la separación incisal. Debe haber espacio suficiente para que el técnico de laboratorio pueda colocar alambre y plástico entre los dientes para conectar los componentes fundamentales del aparato y fabricar topes oclusales y para los incisivos. La apertura posterior mínima para conseguir el espacio vertical es de 3-4 mm. Normalmente se necesitan 4-5 mm de separación posterior para que resulten eficaces los topes interoclusales o las facetas para guiar la erupción, como en la mayoría de los activadores y bionatores. **D.** Se pueden emplear varios depresores linguales juntos o **(E)** un calibrador de Boley para controlar la cantidad de cierre y ayudar al paciente a reproducir la mordida correcta. Si se utiliza un tope vertical hecho con varios depresores linguales, debe orientarse correctamente (paralelo a la horizontal verdadera). En caso contrario, cuando los depresores linguales se inclinan hacia arriba o hacia abajo, el maxilar inferior se cerrará y retruirá o se abrirá, respectivamente, a una posición incorrecta. Una vez obtenida la mordida correcta, hay que enfriar la cera y extraerla de la boca. Hay que examinar la mordida para comprobar que ha registrado adecuadamente los dientes, para descartar interferencias de los tejidos blandos, y para comprobar nuevamente su exactitud. Para poder fabricar correctamente un aparato se necesita un registro exacto de los dientes de ambas arcadas.

que terminan de cenar hasta que se levantan por la mañana, lo que deberían ser aproximadamente unas 12 h diarias. Si se espera hasta la hora de acostarse para colocar el aparato, se pierde una parte del período de crecimiento activo. El uso del aparato durante el día puede tener alguna ventaja, pero es difícil de poner en práctica debido a que coincide con las horas escolares y puede incrementar el impacto social negativo del aparato, así como el riesgo de pérdida y rotura del mismo.

Un buen calendario de tratamiento podría ser citar al niño a la semana y a las 2 semanas después de colocarle el aparato para poder examinar los tejidos y el propio aparato. Si el paciente no llama para comunicar ningún problema durante la primera semana, se puede cancelar la primera cita. Pueden ser muy útiles unas fichas para que los niños apunten su «tiempo de uso», tanto por la información que proporcionan como por su utilidad como medida para reforzar la conducta deseada. Desgraciadamente, en muchos casos no coinciden el tiempo indicado por los padres y el de uso real del aparato.

Si se forma alguna llaga, hay que animar al niño para que use el aparato algunas horas durante 2 días antes de la cita, para poder determinar con exactitud el origen del problema. Normalmente se pueden rebajar rápidamente las piezas de plástico. Deben evitarse los ajustes importantes, ya que se podrían alterar considerablemente la adaptación y el cometido del aparato. Por ejemplo, si se reducen mucho las aletas linguales, el paciente podrá colocar el maxilar inferior en una posición más posterior.

Dado que el avance mandibular inicial se limita a 4-6 mm (una cifra muy modesta) y que muchos niños requieren mayor corrección anteroposterior, puede que se necesite un aparato nuevo después de 6-12 meses de uso con una respuesta favorable. Conviene volver a evaluar los progresos 8-10 meses después de la entrega del aparato con nuevos registros, o al menos con una radiografía cefalométrica de los avances. Si apenas se han producido cambios tras ese período de tiempo, el paciente no está cumpliendo el tratamiento, el diseño del aparato es incorrecto o el paciente no está respondiendo al tratamiento. En cualquier caso, hay que planificar un nuevo tratamiento.

Aparatos funcionales fijos. En el momento de colocar un aparato de Herbst, de MARA o de bloques gemelos cementados, nuestras instrucciones deben centrarse en los cuidados del mismo y en los movimientos mandibulares aceptables. Estos aparatos son fijos y no requieren un uso programado, pero algunos pacientes tienen problemas en un primer momento para adaptarse a ellos y adelantar el maxilar inferior. Conviene advertir de ello al paciente y a sus padres, y asegurarles que se irán adaptando rápidamente al cabo de varios días. Los aparatos de Herbst o de bloques gemelos no suelen irritar mucho los tejidos blandos, pero los dientes pueden manifestar mayor sensibilidad que con los aparatos funcionales de quita y pon. Hay que explicar a los pacientes que el aparato está para recordarles que tienen que adelantar el maxilar inferior, y no para obligarles a adelantarlos ejerciendo una gran presión sobre los dientes. En este sentido, las molestias dentales prolongadas pueden ser signo de poca

cooperación. Se puede reducir considerablemente la necesidad de reparación de los aparatos funcionales fijos evitando los alimentos duros y pegajosos, los bocados grandes y los movimientos mandibulares exagerados.

En cada visita, hay que inspeccionar minuciosamente el aparato de Herbst y sus variantes más recientes para descartar posibles roturas. Con el aparato de Herbst, una vez que se observa una respuesta positiva al tratamiento, se pueden introducir cambios en la longitud del pin y el tubo para favorecer el avance mandibular, simplemente añadiendo al pin unos manguitos parecidos a arandelas para restringir la entrada del mismo en el tubo (fig. 13-40). Con el aparato MARA, el avance se consigue introduciendo cuñas en el alambre del codo para adelantarlos. En un aparato de bloques gemelos fijo (o de quita y pon) se puede añadir resina plástica a los planos inclinados para potenciar el avance sin tener que rehacer totalmente el aparato. También se puede eliminar plástico de la zona contigua a los dientes para permitir la deriva, especialmente de las superficies oclusales para favorecer la erupción cuando sea deseable.

También se puede fabricar un aparato de bloques gemelos en parte fijo y en parte de quita y pon (fig. 13-41). Esto se puede hacer también con el aparato de Herbst. En ambos casos se utiliza generalmente una férula superior fija y otra inferior de quita y pon. En este caso, hay que explicar bien las partes fijas y de quita y pon al niño para que no se quite ni afloje el aparato debido a un malentendido.

Una vez que se ha conseguido el avance deseado con cualquiera de los correctores fijos de clase II y que el paciente se ha estabilizado (con la previsión de 1-2 mm de recidiva), se puede retirar el aparato. El aparato de Herbst suele llevarse durante 8-12 meses; transcurrido ese plazo, se debe haber conseguido la corrección deseada. Con los otros aparatos funcionales fijos cabe esperar unos plazos parecidos. Para retirar los aparatos de Herbst o de MARA se puede utilizar una fresa para cortar las coronas, una cizalla para coronas o bandas, o unos alicates para quitar bandas (que se introduce en los agujeros para poder extraer las bandas).

Al final de la primera fase del tratamiento de modificación del crecimiento se deben obtener registros para documentar los progresos y planificar los detalles y el calendario de la segunda fase del tratamiento. Generalmente, para esta nueva fase del tratamiento se utilizan aparatos completos sujetos por elásticos de clase II. Si el paciente se encuentra todavía en la fase de dentición mixta cuando se consigue la corrección deseada, se puede retirar el aparato de Herbst o de MARA, pero en tal caso conviene considerar la posibilidad de usar un aparato funcional de quita y pon (de tipo activador o bionator) a modo de retenedor (v. capítulo 17). El paciente debe utilizar este retenedor durante unas 12 h diarias, aproximadamente, hasta que esté listo para la segunda fase de tratamiento con aparatos fijos. Si no se prescribe un período de retención prolongada, conviene posponer el tratamiento con aparatos funcionales fijos hasta que comience el estirón puberal.

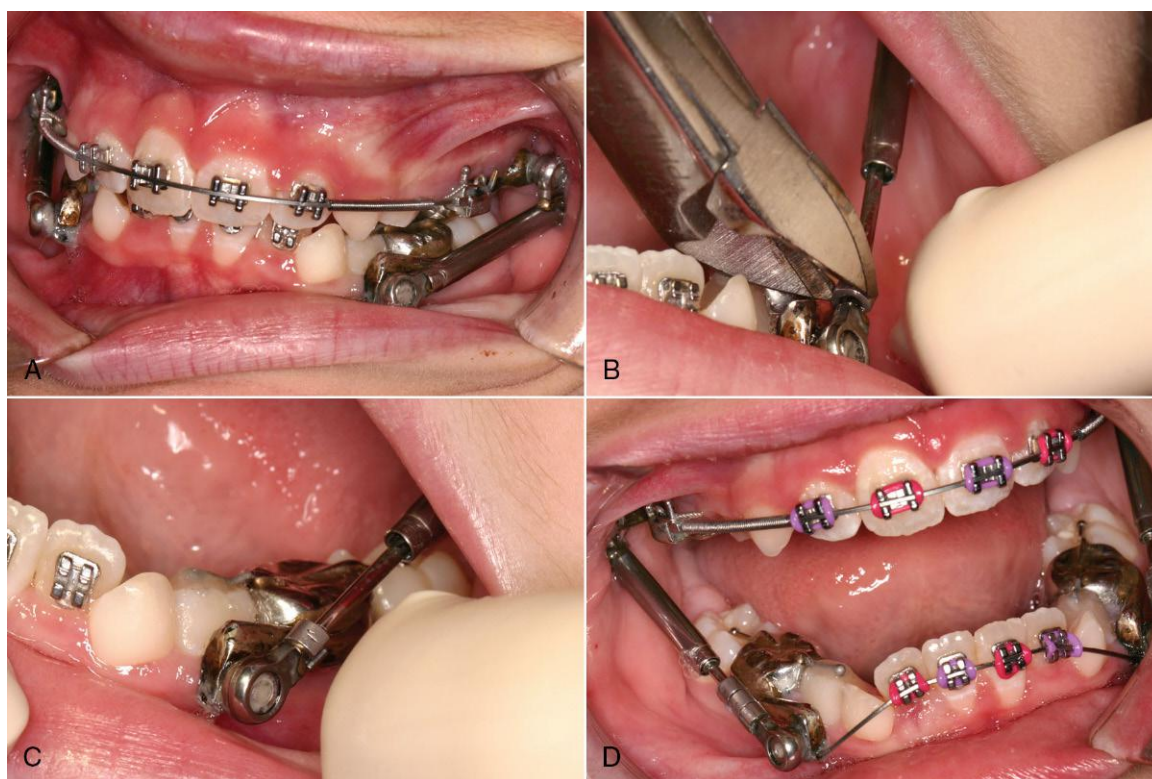


FIGURA 13-40 Nunca conviene adelantar el maxilar inferior más de 5-6 mm de una sola vez, ya que esto resulta muy incómodo para el paciente. Con el aparato de Herbst, en varias semanas se podía efectuar un avance escalonado colocando una serie de cuñas sobre el émbolo. **A.** Aparato de Herbst después de varias semanas con el maxilar inferior en una posición de avance inicial de 3-4 mm. **B.** Para incrementar el avance, se coloca un trozo de tubo sobre el émbolo y se plisa para cerrar la abertura de la pared del tubo. **C.** La cuña colocada. **D.** Espaciadores adicionales colocados tras una serie de ajustes.



FIGURA 13-41 El aparato de bloques gemelos puede emplearse como aparato cementado (fijo) o de quita y pon. **A.** Este paciente tenía una maloclusión de clase II tratada con un aparato de bloques gemelos de quita y pon que adelantaba el maxilar inferior (**B**). Las rampas de las unidades superior e inferior separadas obligan al maxilar inferior a adoptar una posición más protruida y vertical. Se pueden hacer ajustes en la cobertura oclusal y en los planos inclinados para modificar la erupción y la cantidad de avance. Si se cementa la sección superior aumentan considerablemente las posibilidades de que el paciente utilice ambas partes del aparato, ya que se sentirá más cómodo con la sección inferior colocada. (Por cortesía del Dr. M. Mayhew.)

Fuerza extraoral: casquete

Componentes del casquete

Un casquete consta de dos componentes fundamentales: el arco facial y la cincha cervical o el gorro. Los arcos faciales están bastante estandarizados y simplemente ejercen la fuerza sobre los dientes, aunque se fabrican en diferentes tamaños para adaptarse a la medida de las arcadas dentales. El arco facial suele aplicarse a los primeros molares permanentes, pero puede sujetarse a través de férulas y aparatos funcionales. El componente de anclaje (gorro o cincha cervical) se encarga de dirigir la fuerza por encima o por debajo del plano oclusal, respectivamente (fig. 13-42).

Efectos de la fuerza extraoral sobre el maxilar superior

Numerosos estudios (incluidos los estudios clínicos más recientes) han demostrado que la fuerza de un casquete puede limitar el crecimiento anterior y/o inferior del maxilar superior modificando el patrón de aposición ósea en las suturas. Para corregir la clase II se deja que el maxilar inferior crezca normalmente hacia abajo y hacia delante y se restringe el crecimiento anterior del maxilar superior; por consiguiente, el crecimiento mandibular representa una parte necesaria de la respuesta terapéutica a un casquete (fig. 13-43). Como ya hemos señalado anteriormente, hay algunas pruebas que parecen demostrar un mayor crecimiento mandibular durante el tratamiento con un casquete. Keeling et al. han postulado que esto podría deberse al uso de una placa de mordida junto con el casquete,³⁸ pero se ha podido observar una aceleración similar del crecimiento mandibular en otros

estudios en los que se han usado casquetes sin placa de mordida. Cualquiera que sea el mecanismo, parece que el casquete tiene efectos sobre ambos maxilares.

Para poder controlar eficazmente el crecimiento con un casquete, un niño preadolescente debe utilizarlo regularmente durante un tiempo mínimo de 10-12 h diarias. La hormona del crecimiento se libera fundamentalmente a primera hora de la tarde-noche y, como en el caso de los aparatos funcionales, esto parece indicar que lo mejor es colocar el casquete justo después de cenar y llevarlo puesto hasta la mañana siguiente (sin esperar hasta la hora de acostarse para ponérselo). Actualmente, se recomienda una fuerza de 350-450 g por cada lado. Cuando se aplica la fuerza sobre los dientes, hay que esperar algunos efectos dentales además de los efectos esqueléticos. Unas fuerzas excesivamente intensas (superiores a 1.000 g en total) resultan innecesariamente traumáticas para los dientes y sus estructuras de soporte, mientras que unas fuerzas más leves pueden producir cambios dentales, pero no esqueléticos.

Para corregir una maloclusión de clase II, el maxilar inferior tiene que crecer anteriormente respecto del maxilar superior. Por este motivo, es importante controlar la posición vertical del maxilar superior y los dientes posteriores de la arcada superior. El movimiento descendente del maxilar o de los dientes tiende a proyectar el crecimiento mandibular en sentido más vertical, lo que anula la mayor parte del crecimiento mandibular anterior que reduciría la relación de clase II (fig. 13-44). No se deben elongar los molares, y conviene limitar la inclinación distal de estos dientes cuando lo que se pretende es modificar las relaciones esqueléticas (fig. 13-45). Además, hay que intentar controlar el crecimiento vertical del maxilar superior.



FIGURA 13-42 Distintos tipos de casquete proporcionan diferentes direcciones de fuerza para diferentes situaciones clínicas. **A.** El casquete de tracción alta consiste en un casquete cefálico conectado a un arco facial. El aparato genera una fuerza distal y hacia arriba sobre los dientes superiores y el maxilar superior. **B.** El casquete cervical está formado por una cincha cervical conectada a un arco facial. Este aparato genera una fuerza distal y hacia abajo sobre los dientes superiores y el maxilar superior.

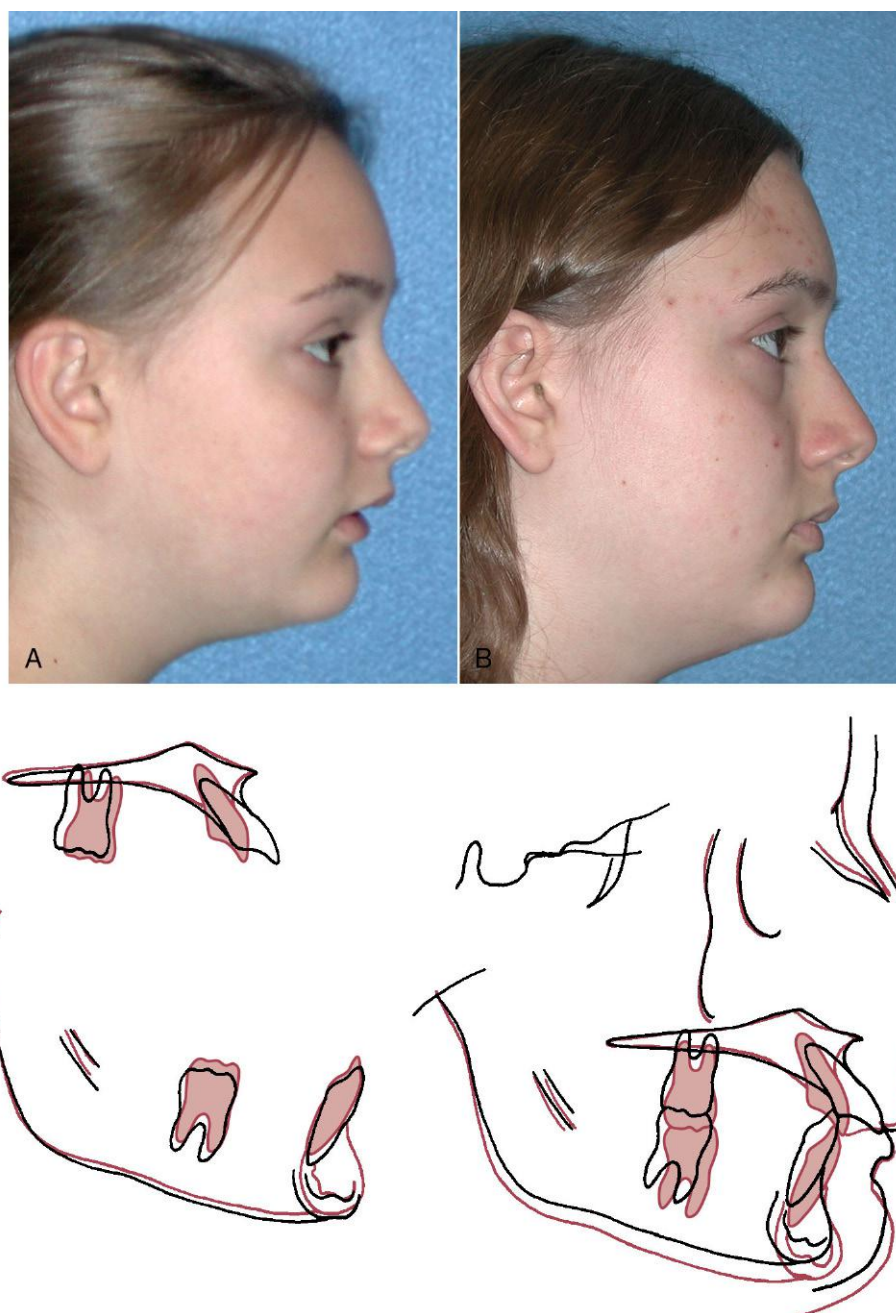


FIGURA 13-43 Una buena respuesta a un tratamiento con casquete. **A.** Antes del tratamiento. **B.** Después de aproximadamente 2 años de tratamiento con un casquete. **C.** Superposiciones cefalométricas. Obsérvese el crecimiento anteroinferior favorable del maxilar inferior con un cambio limitado en la posición del maxilar superior. También se produjeron cambios limitados en los incisivos, además de algún grado de erupción y retracción de los incisivos superiores.

En teoría, es posible controlar el movimiento del maxilar superior igual que se controla el de un único diente: utilizando el centro de resistencia del maxilar como punto de referencia para las fuerzas y los momentos de fuerza. En la práctica, es difícil analizar con exactitud la posible ubicación de los centros de resistencia y de rotación del maxilar superior, aunque se sitúan por encima de los dientes y muy probablemente sobre los premolares. Si la línea de fuerza pasa cerca del centro de resistencia, es importante incluir una dirección de tracción superior en la mayoría de los niños en los que se emplea un casquete para ejercer fuerza sobre el maxilar superior.

Elección del tipo de casquete

A la hora de elegir un casquete hay que tomar tres decisiones importantes. En primer lugar, se debe elegir el punto de anclaje para lograr el mejor componente vertical de fuerza sobre las estructuras esqueléticas y dentales. Un casquete de tracción alta ejercerá una fuerza superior y distal sobre los dientes y el maxilar superior, mientras que una cincha cervical ejercerá una fuerza inferior y distal sobre los dientes y las estructuras esqueléticas (v. fig. 13-42). Combinando ambos sistemas se puede lograr una tracción distal recta. La elección inicial de la configuración para el casquete suele basarse en el patrón facial original: cuantos más

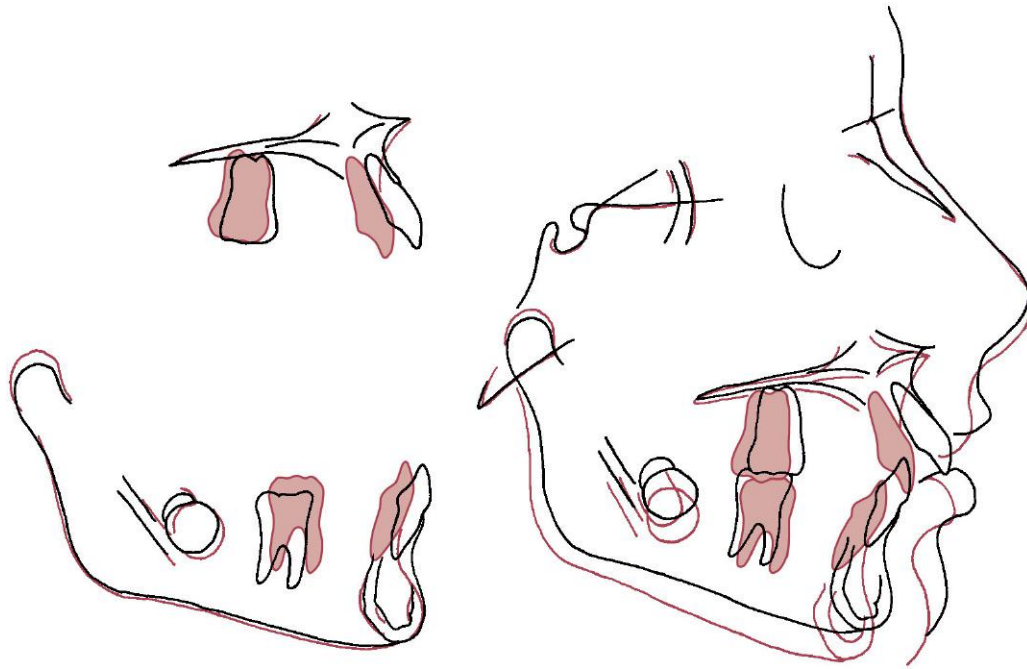


FIGURA 13-44 Este niño demostró una respuesta poco favorable al tratamiento con un casquete para una maloclusión de clase II. La superposición de la base del cráneo indica que los labios se retrajeron y el maxilar superior no creció anteriormente. La superposición del maxilar superior muestra que los incisivos se retrajeron y que el movimiento y la erupción molares fueron limitados. Todos estos efectos fueron beneficiosos para la corrección de la clase II, pero el maxilar inferior rotó hacia abajo y hacia atrás a causa del descenso del maxilar superior y de la erupción de los molares inferiores. Como resultado de todo esto, el perfil es más convexo que al comenzar el tratamiento y no se ha corregido la maloclusión de clase II.

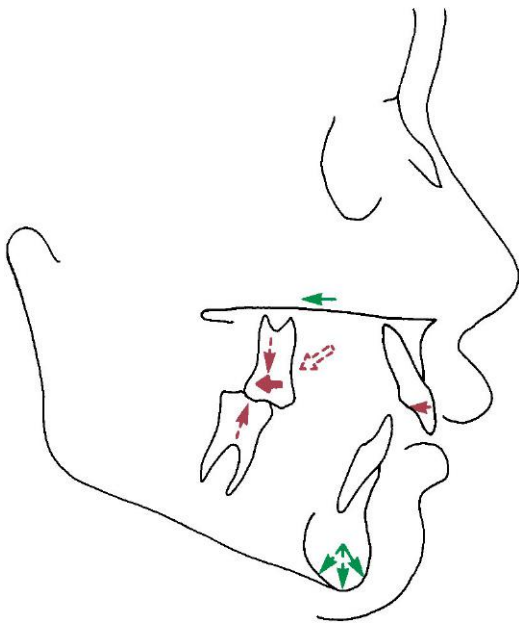


FIGURA 13-45 El tratamiento con un casquete puede tener varios efectos secundarios que pueden complicar la corrección de la maloclusión de clase II. Si el niño usa el aparato, se restringirá el avance esquelético maxilar y dental. Aunque esto ayude a corregir la maloclusión de clase II, el control vertical del maxilar superior y de los dientes superiores es importante, porque esto determina en qué medida se dirige el maxilar inferior hacia delante y/o hacia abajo. El descenso esquelético del maxilar superior o la erupción de los molares superiores e inferiores (como muestran las flechas discontinuas) pueden reducir o impedir totalmente el crecimiento anterior del maxilar inferior.

signos de crecimiento vertical excesivo se observen (v. capítulo 6), más alta tendrá que ser la dirección de tracción, y viceversa. No obstante, los estudios sobre la respuesta al tratamiento con un casquete demuestran que la respuesta del crecimiento es muy variable e impredecible. Un casquete cervical no siempre agrava los problemas cervicales, especialmente cuando existe un crecimiento mandibular vertical aceptable⁴² y muy poca distalización de los molares superiores, lo que representa el mejor factor predictivo de apertura vertical.

Lo segundo que hay que decidir es la forma de anclar el casquete a la dentición. Normalmente se utiliza un arco facial unido a unos tubos en los primeros molares permanentes. También se puede adaptar a los dientes superiores una férula superior de quita y pon o un aparato funcional, y anclar el arco facial a los mismos. Esto puede estar indicado en niños con un crecimiento vertical excesivo (que describimos más adelante en este capítulo). También es posible fijar el casquete a un arco de alambre anterior, aunque esta no suele ser una solución práctica en niños con dentición mixta y ejerce unas fuerzas relativamente intensas sobre los dientes anteriores.

Por último, hay que decidir si mover los dientes en bloque o inclinarlos. Se calcula que el centro de resistencia de un molar se localiza en la región mesorradicular, por lo que los vectores de fuerza que actúen por encima de este punto deben inducir un movimiento distal de las raíces. Las fuerzas que pasen por el centro de resistencia del molar deben producir un movimiento en bloque, y los vectores que pasen por debajo de este punto deben favorecer una inclinación distal de la corona. La magnitud del vector de fuerza y su relación con el centro de resistencia del diente dependerán de la longitud y la posición del arco externo del casquete y del tipo de anclaje utilizado (es decir, gorro

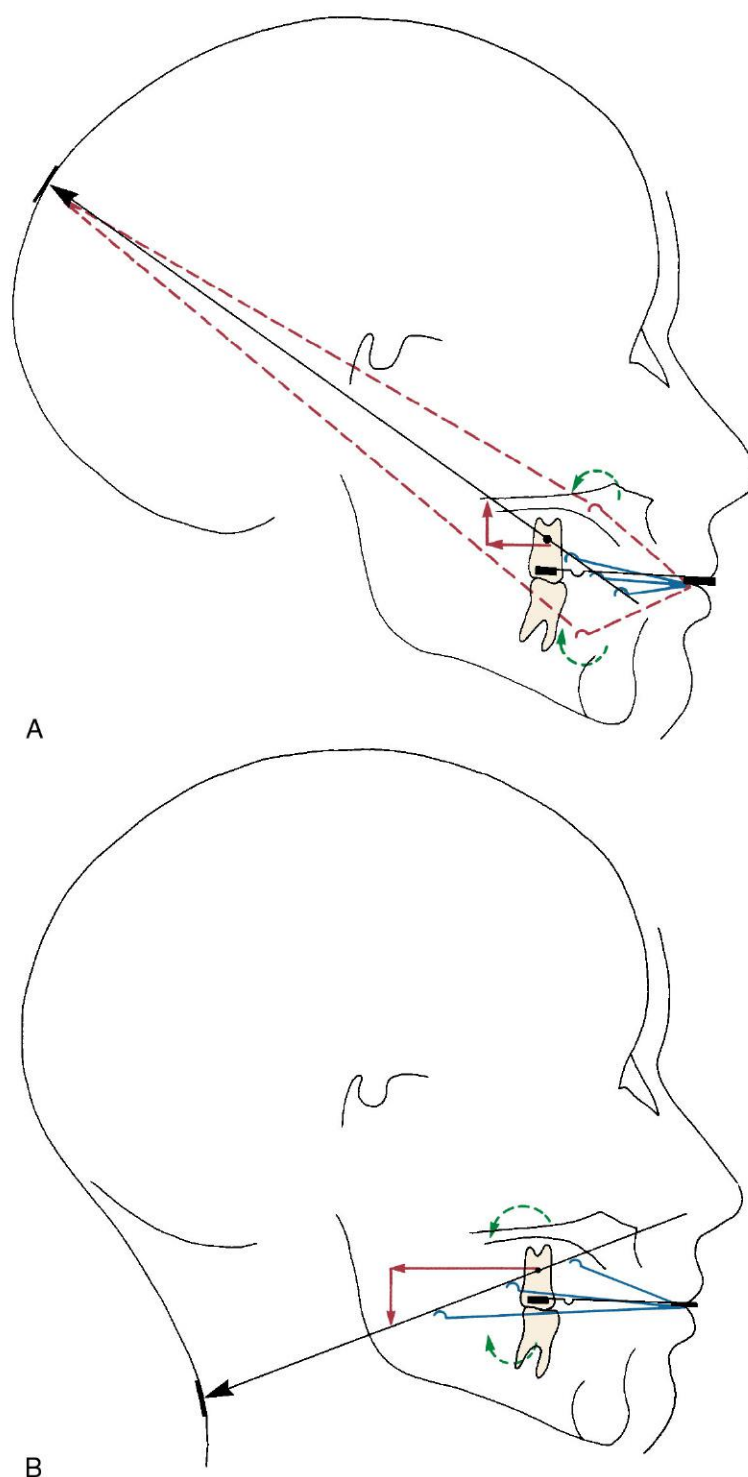
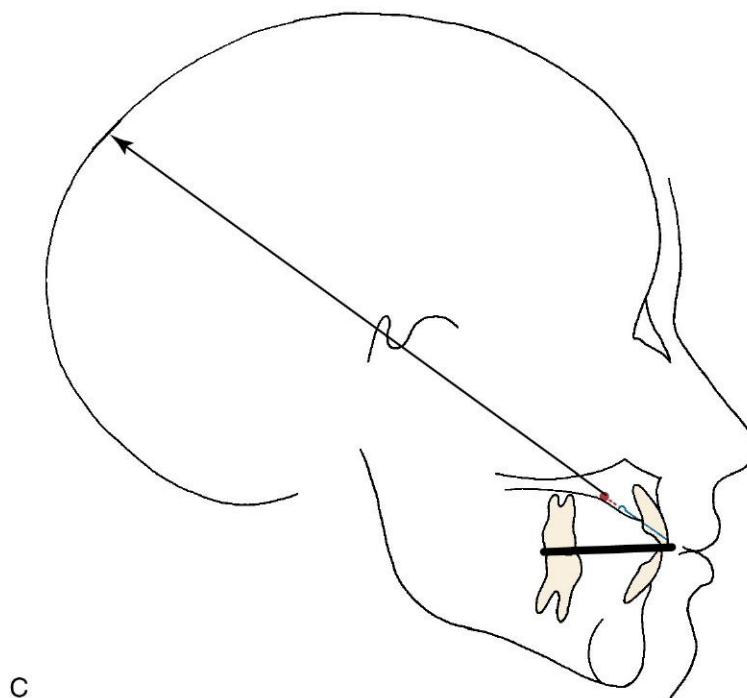


FIGURA 13-46 Estos diagramas ilustran los efectos de cuatro tipos de arcos faciales y anclajes extraorales de uso común. En cada diagrama se muestra el arco interior en negro y las diferentes posibilidades del arco exterior en azul o en rojo discontinuo. **A.** Casquete de tracción alta (casquete cefálico) al primer molar. Para producir el movimiento en bloque del molar (y no una inclinación), la línea de fuerza (*flecha negra*) debe pasar por el centro de resistencia del molar. Esto producirá un movimiento del molar hacia atrás y hacia arriba. Obsérvese que la línea de fuerza se ve afectada por la longitud y la posición del arco externo, de manera que un arco externo más largo doblado hacia arriba o uno más corto doblado hacia abajo podrían producir la misma línea de fuerza. Si la posición o la longitud del arco producen una línea de fuerza que pase por encima o por debajo del centro de resistencia (*línea roja discontinua*), el diente se inclinará con la raíz o la corona, respectivamente, haciéndose distal debido al momento que se produce. **B.** Casquete cervical (cincha cervical) al primer molar. Nuevamente se produce un movimiento en bloque por la longitud y la posición de un arco externo que hace pasar la línea de fuerza por el centro de resistencia del molar; pero con una dirección de tracción inferior, el diente es extruido a la vez que retrocede. El arco exterior de un arco facial empleado con una tracción cervical es casi siempre más largo que el arco externo empleado con un casquete cefálico de tracción alta. Si la línea de fuerza pasa por encima o por debajo del centro de resistencia, el diente se inclinará con la raíz o la corona, respectivamente, y se hará distal tal y como indican las flechas discontinuas.



C

FIGURA 13-46 (cont.) C. Casquete de tracción alta a un arco facial corto insertado en una férula maxilar. Con todos los dientes ferulizados, se puede considerar que el maxilar superior funciona como una sola unidad y relacionar la línea de fuerza con el centro de resistencia del maxilar superior. Al igual que con la fuerza del casquete contra el primer molar, la relación entre la línea de fuerza y el centro de resistencia del maxilar superior determina el efecto de rotación sobre el maxilar superior.

o cincha cervical). Esto son los factores de los que depende el movimiento molar.

En la figura 13-46 se representan esquemáticamente las diferentes combinaciones de la dirección de la fuerza (anclaje), la longitud del arco exterior y la posición del arco exterior. Como en cualquier otro tratamiento para modificar el crecimiento, el movimiento dental suele ser un efecto secundario indeseable. En el caso de un casquete, el movimiento dental es mínimo, ya que los dientes se mueven en bloque o no se mueven en absoluto.

Lo mismo sucede en el caso del maxilar superior: si la línea de fuerza no pasa por su centro de resistencia se producirá una rotación del mismo (el equivalente esquelético de la inclinación dental). Es más fácil controlar la línea de fuerza que actúa sobre el maxilar superior utilizando una férula que cubra todos los dientes para aplicar la fuerza generada por el casquete. El arco facial suele anclarse a la férula en la región premolar, para poder dirigir la fuerza a través del centro de resistencia del maxilar superior, que supuestamente se localiza por encima de las raíces de los premolares (v. fig. 13-46, C). Sin embargo, es probable que se produzca una inclinación distal de los incisivos superiores, ya que el componente distal de la fuerza actúa sobre estos dientes.

Manejo clínico del casquete

Para tratar a un niño preadolescente con un casquete, hay que colocar y cementar bandas molares con tubos para el casquete (o cualquier otra forma de anclaje que pueda necesitarse más adelante durante el tratamiento). En las figuras 13-47 y 13-48 se muestra la colocación y el ajuste del arco facial preformado, que debe reflejar los objetivos biomecánicos del plan de tratamiento.

Al corregir una relación molar de clase II, el avance relativo de la arcada inferior producirá tendencia a una mordida cruzada, a menos que se expanda la arcada superior. Hay que tener esto en cuenta desde el comienzo del tratamiento. Hay que expandir simétricamente unos 2 mm el arco interno para que, al colocarlo en un tubo, quede justo por fuera del otro tubo. El paciente tendrá que comprimir el arco interno al insertarlo para encajarlo en los tubos, favoreciendo de ese modo la correcta expansión de los molares.

Para adaptar el gorro o la cincha cervical adecuados hay que elegir el tamaño apropiado. Para generar la fuerza conviene utilizar un mecanismo de resorte (ni bandas elásticas ni cinchas). Los resortes generan fuerzas constantes que pueden medirse y ajustarse fácilmente. Hay que ajustar el anclaje de resorte para que ejerza la fuerza correcta mientras el paciente está sentado o de pie, y no tumbado en el sillón dental (fig. 13-49, A y B). Suele ser una buena idea comenzar con una fuerza leve para que el paciente se habitúe al casquete, e ir aumentando gradualmente la fuerza en sesiones posteriores. Aunque se aplique la fuerza correcta en la sesión inicial, su magnitud disminuye cuando la cincha se distiende ligeramente y se adapta al cuello del paciente. Una vez conseguidas las fuerzas correctas, hay que volver a comprobar la posición del arco, ya que la tracción de las cinchas y cualquier ajuste en los arcos interno o externo para mejorar la adaptación y la comodidad del paciente pueden alterar la posición previa del arco, haciendo necesario un ajuste.

El niño debe ponerse y quitarse el casquete varias veces bajo la supervisión de otra persona para asegurarse de que ha comprendido cómo tiene que manipularlo y garantizar un ajuste apropiado. Generalmente, el casquete se utiliza después del



FIGURA 13-47 Etapas para adaptar un arco facial para un casquete. **A.** Los arcos faciales preformados se suministran con arcos internos de diferentes tamaños y suelen incluir también un bucle de ajuste como parte del arco interno. El arco interno debe adaptarse perfectamente alrededor de la arcada superior sin contactar con los dientes, excepto en los tubos molares (a 3-4 mm de los dientes en todos los puntos). Un método simple para seleccionar el tamaño apropiado consiste en encajar el arco en el modelo del maxilar superior obtenido antes del tratamiento. **B.** Una vez colocado el arco en uno de los tubos molares del casquete, se examina el resto del arco facial para ver cómo encaja respecto del otro tubo molar y los dientes. **C.** Ajustando los bucles para expandir o contraer el arco interno y doblando el segmento corto del arco que encaja en los tubos molares y las compensaciones vestibulares, se puede convertir el arco en un aparato pasivo y separarlo de los dientes. Debería ser fácil de insertar y retirar en este momento. Entonces, hay que expandir el arco interno entre 1 y 2 mm para mantener los dientes posteriores fuera de la mordida cruzada mientras se producen los cambios anteroposteriores. Hay que evaluar la extensión del arco interno por fuera del extremo de los tubos del casquete. En condiciones ideales, el extremo del arco interno debe coincidir con el extremo del tubo, pero evidentemente no es necesario que sobresalgan más de 1 mm por el extremo del tubo. Esta extensión limitada reducirá la irritación tisular en la parte distal del vestíbulo bucal, así como la fricción, durante la colocación y la retirada. **D.** El arco facial debería ajustarse de manera que la unión entre los arcos interno y externo repose pasiva y cómodamente entre los labios. **E.** El arco externo debería quedar a varios milímetros de los tejidos blandos de la mejilla. Este ajuste debe verificarse tanto antes como después de apretar las cinchas del casquete o las cinchas cervicales.

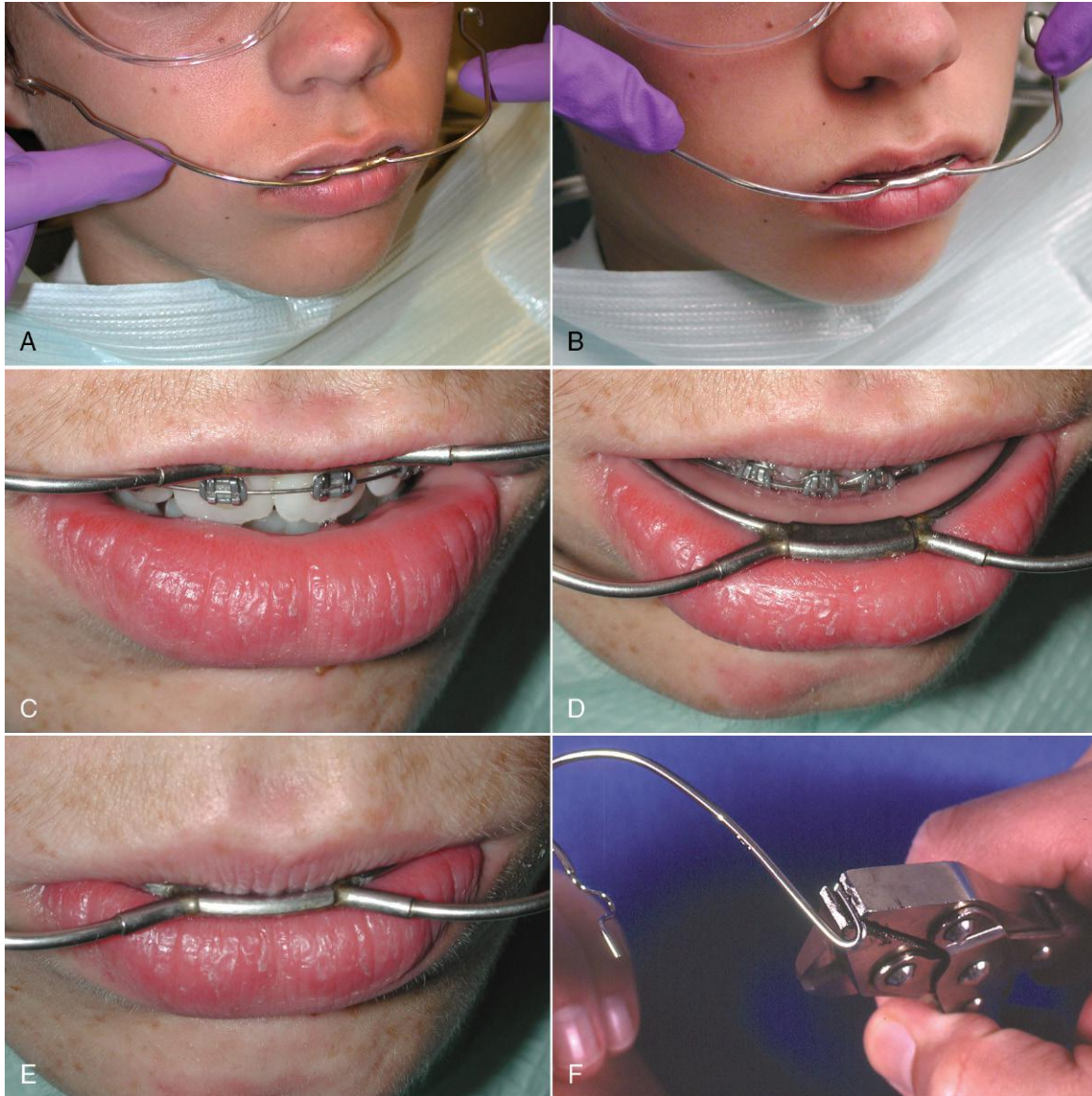


FIGURA 13-48 Con el fin de determinar la longitud adecuada para el arco externo, se usan los dedos índices para aplicar presión en la dirección del casquete elegido. **A.** Empujando y estirando en la dirección de un casquete de tracción alta. **B.** Empujando hacia abajo y estirando hacia atrás en la dirección de un casquete cervical. Cuando los dedos pasan de la parte anterior del arco externo a la parte posterior, cambia la posición del arco entre los dientes. **C.** Si el arco se mueve hacia arriba, las raíces del primer molar superior se moverán en sentido distal. **D.** Si el arco se mueve hacia abajo sobre el labio inferior, las raíces del primer molar superior se desplazarán en sentido mesial y la corona en sentido distal. **E.** Si el arco no se mueve, la fuerza pasa por el centro de resistencia del primer molar superior y el molar se moverá en bloque y no rotará. Estas reglas se aplican tanto para los casquetes de tracción alta como para los de tracción cervical. **F.** Una vez que se ha elegido la longitud correcta y se ha cortado el arco exterior con unos alicates, se dobla un gancho en su extremo con unos alicates más fuertes.

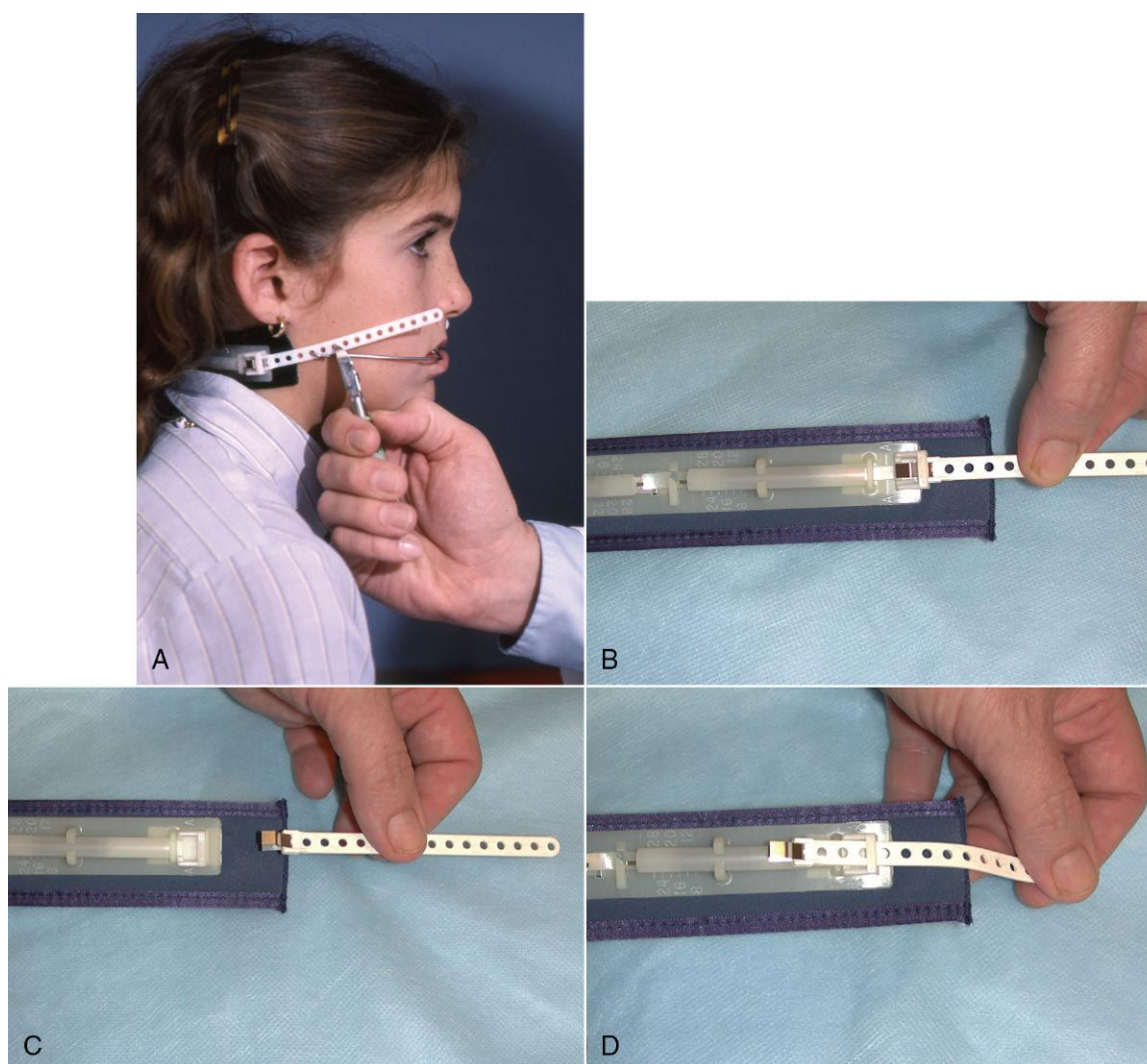


FIGURA 13-49 Ajuste de la cincha cervical. **A.** La cincha cervical se sujeta al arco facial y se obtiene la fuerza adecuada por el mecanismo de resorte moviendo el gancho a los agujeros contiguos de dicha cincha cervical. Cuando la fuerza es la correcta, se corta el conector de plástico, de manera que sobre un agujero por delante del agujero correcto. Esto proporciona al paciente una lengüeta de donde agarrar al colocarse el casquete. **B.** El mecanismo de resorte proporciona una fuerza predeterminada cuando el conector de plástico es desplazado hacia delante y alineado con una marca de calibración. Aquí, la parte de atrás de la lengüeta queda ligeramente por delante de la marca de calibración. **C.** Si el conector se estira más, tal y como sería el caso si alguien agarrase el aparato con las manos y tirara de él, la cincha del conector de plástico se soltará, evitando que el arco rebote hacia atrás a la cara del paciente y pueda causar lesiones. **D.** Se puede volver a montar el conector pasándolo a través de la parte posterior del mecanismo de liberación de seguridad.

colegio, en las horas del descanso vespertino y durante el sueño. Está claramente contraindicado durante la actividad intensa, mientras se monta en bicicleta o durante el bullicio general. Hay que explicar a los niños que si alguien les agarra del arco exterior, ellos deben agarrar también el arco con sus manos. De este modo, se evitarán roturas y lesiones. Las cinchas del casquete deben incluir un mecanismo de liberación de seguridad (v. fig. 13-49, C y D) que evite que el arco recule hacia el niño y le haga daño si algún compañero lo agarra y tira del mismo. Se han producido distintas lesiones (incluida la pérdida de la visión) como consecuencia de accidentes de este tipo con un casquete.⁴³ En una revisión de los mecanismos de liberación de los casquetes comercializados que incluía 18 diseños diferentes, Stafford et al. comprobaron que casi todos ellos se soltaban con una fuerza de 5-10 kg, y llegaron a la conclusión de que, desde

el punto de vista de la seguridad, las variables más importantes eran el grado de extensión antes de que se soltasen y la constancia a la hora de soltarse.⁴⁴

PROBLEMAS VERTICALES Y ANTEROPOSTERIORES COMBINADOS

Cara corta/mordida profunda

Algunos niños sufren una deficiencia esquelética vertical (cara corta), combinada en la mayoría de los casos con una mordida profunda anterior y algún grado de deficiencia mandibular, y a menudo con una maloclusión de clase II, división 2. La menor

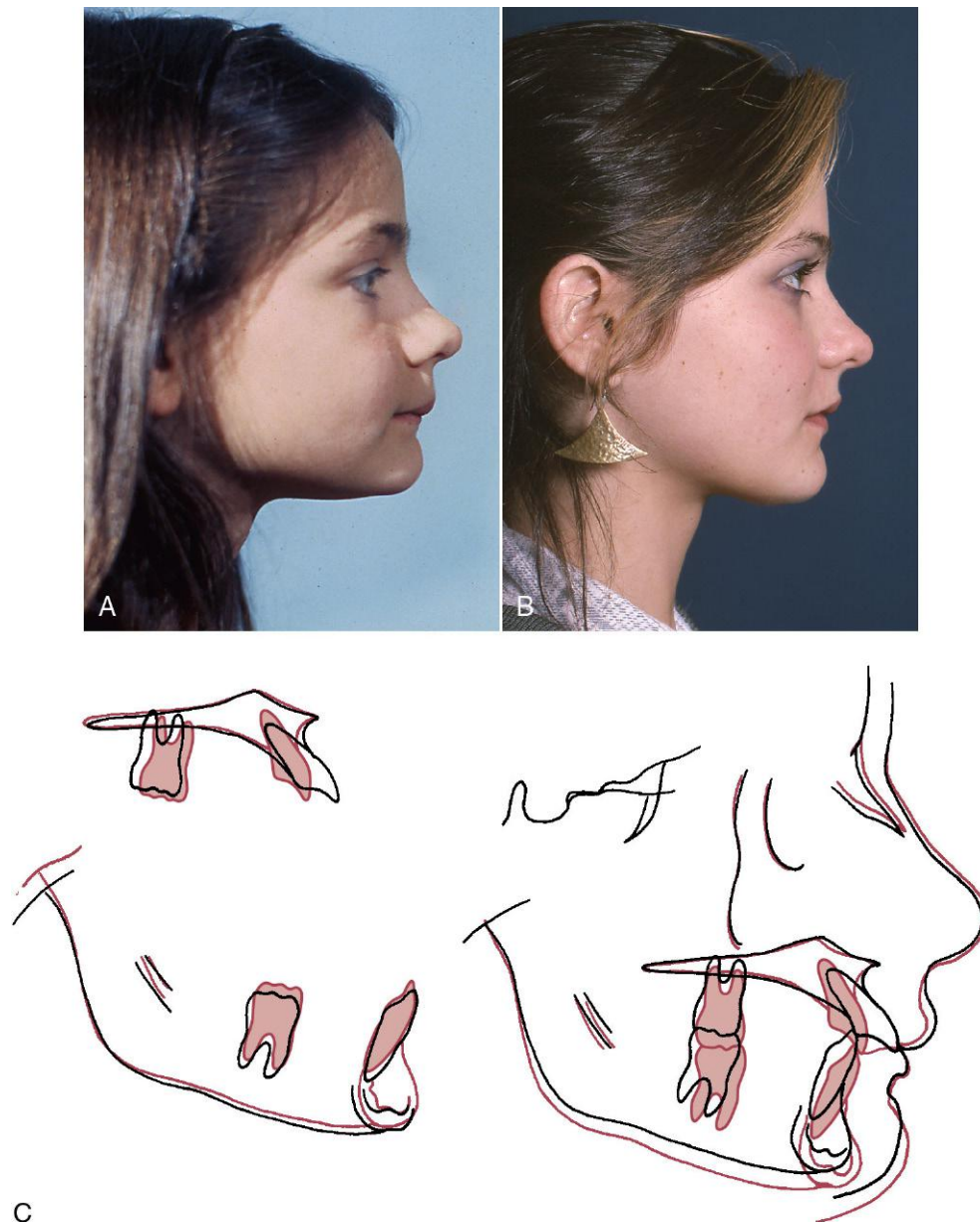


FIGURA 13-50 Desarrollo vertical aumentado en una niña que inicialmente tenía disminuida la altura facial inferior anterior. **A.** Perfil antes del tratamiento. **B.** Perfil después del tratamiento. **C.** Superposiciones cefalométricas. Se obtuvo este resultado aumentando la erupción de los molares superiores con un casquete de tracción cervical, que indujo un descenso del maxilar inferior y mejoró la estética facial. No obstante, una mayor erupción de los molares superiores que de los inferiores puede dificultar aún más la consecución de una buena relación molar de clase I.

altura facial se acompaña a menudo de unos labios evertidos y prominentes que resultarían apropiados si la cara tuviera una altura normal.

Los niños con deficiencia vertical pueden identificarse a una edad muy temprana. Suelen tener un ángulo del plano mandibular más bajo (mordida profunda esquelética) y una rama mandibular alargada. El crecimiento se expresa en dirección anterior, con tendencia a una rotación anterosuperior del maxilar inferior. Lo más difícil a la hora de corregir estos problemas es favorecer la erupción de los dientes posteriores e inducir una rotación mandibular inferior sin reducir demasiado la prominencia del mentón.

Una forma de corregir estos problemas en un paciente con maloclusión de clase II consiste en utilizar un casquete cervical, aprovechando la tendencia extrusiva de la fuerza extraoral dirigida por debajo del centro de resistencia de los dientes y el maxilar superior (fig. 13-50). Para lograr este efecto y la erupción del molar inferior se puede usar un casquete y una placa de mordida para abrir la mordida. Sin oclusión posterior, pueden erupcionar los dientes superiores e inferiores.

También se puede usar un aparato funcional (normalmente con avance mandibular, dependiendo de la relación intermaxilar anteroposterior) que inhiba la erupción de los dientes posteriores de la arcada superior y permita la libre erupción de los dientes



FIGURA 13-51 Cambios faciales producidos por un tratamiento con aparatos funcionales en un chico con cara corta y maloclusión por mordida profunda esquelética. **A y B.** A los 10 años, antes del tratamiento. **C y D.** A los 12 años, después de 26 meses de tratamiento. Obsérvese el incremento de la altura facial anterior y la disminución del pliegue labiomentoniano.

posteriores de la arcada inferior (fig. 13-51). Dado que la mayoría de los niños con cara corta tienen también una maloclusión de clase II, es importante saber si durante el tratamiento erupcionan fundamentalmente los molares superiores o los inferiores. Un casquete cervical produce más erupción de los molares superiores, mientras que con un aparato funcional se puede manipular la erupción para que erupcionen más los molares superiores o los inferiores. No obstante, es más fácil corregir una clase II

si los molares inferiores erupcionan más que los superiores, lo que significa que (en igualdad de condiciones) es preferible utilizar un aparato funcional.

El tratamiento de estos pacientes supone un equilibrio entre las reacciones anteroposteriores y verticales a dicho tratamiento. Una opción conservadora para un paciente con una deficiencia mandibular anteroposterior importante y poca altura facial consiste en hacer que el crecimiento se exprese primero en dirección



FIGURA 13-51 (cont.) E. Antes del tratamiento se observa inflamación gingival alrededor del incisivo central derecho superior como consecuencia del traumatismo palatino causado por la mordida profunda. F. Bionator de mordida profunda, fabricado para permitir la erupción de los dientes posteriores de la arcada inferior y bloquear la erupción de los incisivos y los dientes posteriores de la arcada superior. G. Relaciones dentales al término de la primera fase del tratamiento, a los 12 años de edad. Se necesitará una segunda fase del tratamiento cuando erupcionen los demás dientes sucedáneos.

anterior. Para conseguirlo, se bloquea toda la erupción vertical y se utiliza un aparato con el maxilar inferior adelantado, con el propósito de crear una mordida abierta posterior cuando el aparato no esté colocado. Una vez corregida la clase II, se va rebajando gradualmente el bloque de mordida posterior mientras se mantiene la sobremordida anteriormente, de manera que los dientes posteriores puedan erupcionar lentamente y volver a la oclusión. Este tipo de tratamiento se centra preferentemente en la interacción entre los planos anteroposterior y vertical del espacio, que debe abordarse durante el tratamiento para modificar el crecimiento. Hay que conceder prioridad al problema más grave. Una vez resuelto este, se abordan los demás problemas (fig. 13-52).

Los aparatos funcionales fijos no suelen ser una buena elección como tratamiento para los problemas de cara corta en la fase de dentición mixta. Evidentemente, el aparato de Herbst (con su propensión a intruir los molares superiores) no representa una opción muy atractiva para aquellos pacientes jóvenes en los que es necesario incrementar las dimensiones verticales, aun cuando el ángulo del plano mandibular no suele cambiar mucho con este aparato.⁴⁵

Conviene recordar que la erupción es más rápida en algunos pacientes que en otros, y en esto influye probablemente la postura

mandibular en reposo y el espacio libre, así como el tiempo de uso del aparato. Algunos niños con cara corta demuestran un crecimiento mandibular muy rápido cuando se abre la mordida y se suprime el solapamiento de los incisivos, incluso con un aparato tan sencillo como una placa de mordida. Desgraciadamente, esto solo sucede en algunos casos, y excepto en unos pocos pacientes en los que no existe deficiencia mandibular, lo mejor es adelantar el maxilar inferior para poder construir un aparato funcional. La fabricación y el ajuste de un aparato funcional para un paciente con deficiencia vertical es un proceso similar al que ya hemos expuesto en el apartado dedicado a la deficiencia mandibular.

Cara alargada/mordida abierta

El crecimiento excesivo del maxilar superior en niños con una maloclusión de clase II suele tener un componente más vertical que anteroposterior (es decir, que hay mayor crecimiento excesivo hacia abajo que hacia delante), y si el maxilar superior desciende, el maxilar inferior rota hacia abajo y hacia atrás. El efecto que se persigue es prevenir que el crecimiento mandibular se exprese hacia delante. El tratamiento idóneo para estos pacientes sería poder controlar todo el crecimiento vertical posterior que se produzca a partir de ese momento, de manera que el maxilar

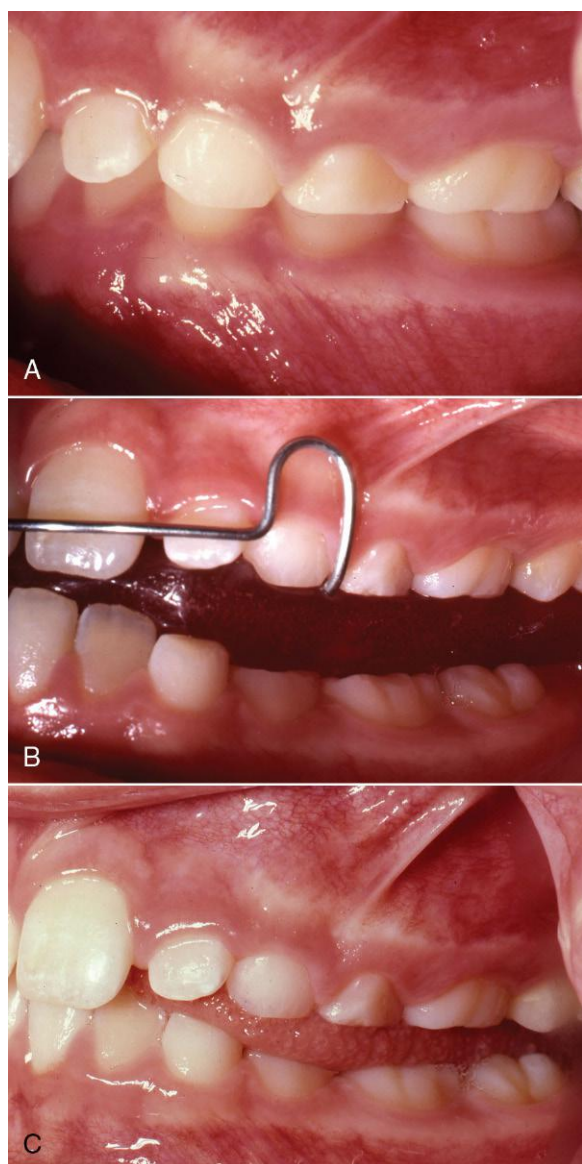


FIGURA 13-52 Los bloques de mordida posteriores se pueden emplear con cualquier aparato que adelante el maxilar inferior para intentar limitar la erupción posterior y aprovechar al máximo el crecimiento en dirección anteroposterior. **A.** Relaciones oclusales antes del tratamiento. **B.** Una vez adelantado el maxilar inferior, se incorporan los bloques de mordida para prevenir la erupción posterior. **C.** Después de una fase de tratamiento con aparatos que produjo cambios anteroposteriores, queda una mordida abierta posterior, que se puede cerrar en ese momento reduciendo los bloques de mordida de plástico y permitiendo la erupción de los dientes posteriores de la arcada inferior.

inferior rotase en sentido anterosuperior (fig. 13-53). Para conseguirlo habría que controlar la erupción de todos los dientes si la rama mandibular demostrara un crecimiento vertical adecuado.

Por desgracia, el crecimiento facial vertical prosigue durante la adolescencia y el período posterior, lo que significa que aunque se pueda modificar el crecimiento con éxito durante la dentición mixta, probablemente se necesitará retención activa durante algunos años. Aunque se pueda demostrar una mejoría

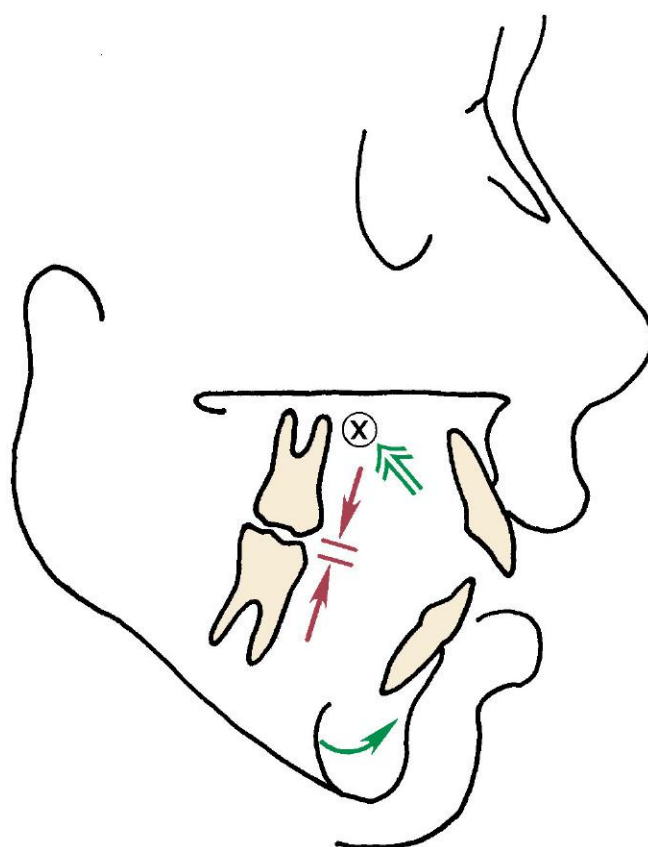


FIGURA 13-53 Los niños con deficiencia mandibular y una altura excesiva del tercio inferior de la cara necesitan tratamiento con un aparato que restrinja la erupción posterior y limite el crecimiento descendente del maxilar superior. Esto permite que el crecimiento mandibular se exprese más anteriormente que verticalmente.

espectacular en algunos pacientes, el uso más sensato que se podría dar a cualquiera de los aparatos utilizados para controlar el desarrollo dental y esquelético vertical sería usándolos en los casos leves o moderados e interviniendo durante la adolescencia hacia el final del período de crecimiento. De esta manera, el problema es más manejable y tanto el tratamiento como la retención son más circunscritos. Cualquiera que fuese el aparato empleado y el momento de inicio del tratamiento, la retención tendría una importancia capital hasta que prácticamente se hubiera completado el crecimiento vertical al final de la adolescencia o el inicio de la veintena.

Existen varios enfoques posibles para el patrón de crecimiento de cara alargada en niños preadolescentes. Por orden de eficacia clínica, son los siguientes:

1. Casquete de tracción alta sobre los molares

Una posible solución para los problemas de exceso vertical consiste en mantener la posición vertical del maxilar superior e inhibir la erupción de los dientes posteriores de la arcada superior. Esto se puede intentar con un casquete de tracción alta sobre los dientes posteriores, utilizándolo 14 h al día con una fuerza superior a 350 g en cada lado (fig. 13-54). Esto no permite controlar la erupción de los molares inferiores, que pueden tomar la delantera a los cambios conseguidos al controlar los molares superiores con el casquete.

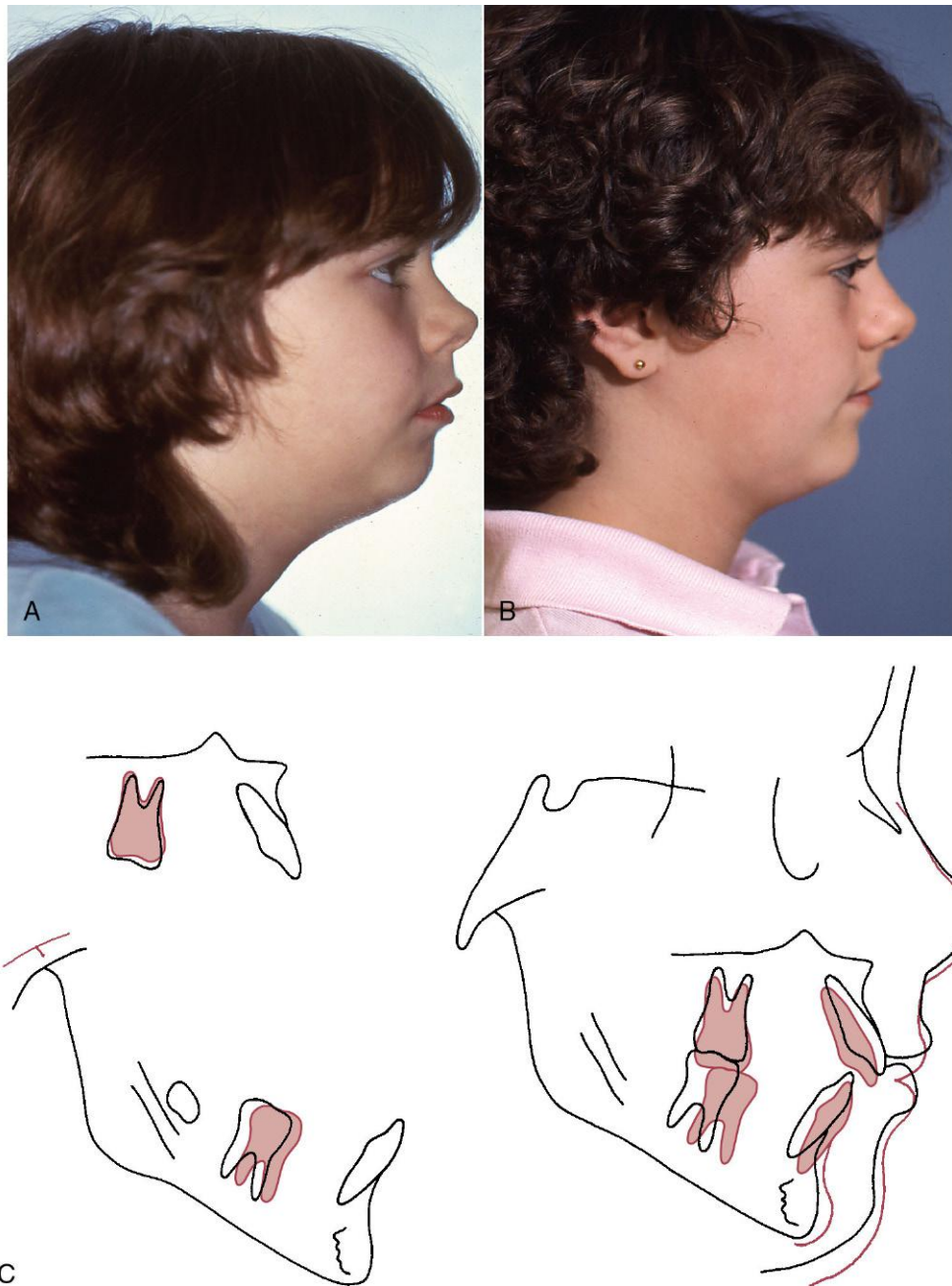


FIGURA 13-54 Estas fotos muestran una respuesta excelente al tratamiento con un casquete de tracción alta en una paciente con altura inferior excesiva de la cara. **A.** Perfil antes del tratamiento. **B.** Perfil después del tratamiento. **C.** Superposición cefalométrica. La superposición de la base del cráneo muestra que el maxilar superior y los dientes superiores no se movieron inferiormente; como resultado de ello, el maxilar inferior creció hacia delante y no hacia abajo. La superposición mandibular muestra que el molar inferior derivó anteriormente hacia el espacio de deriva. La posición de los incisivos en relación con ambos maxilares no cambió.

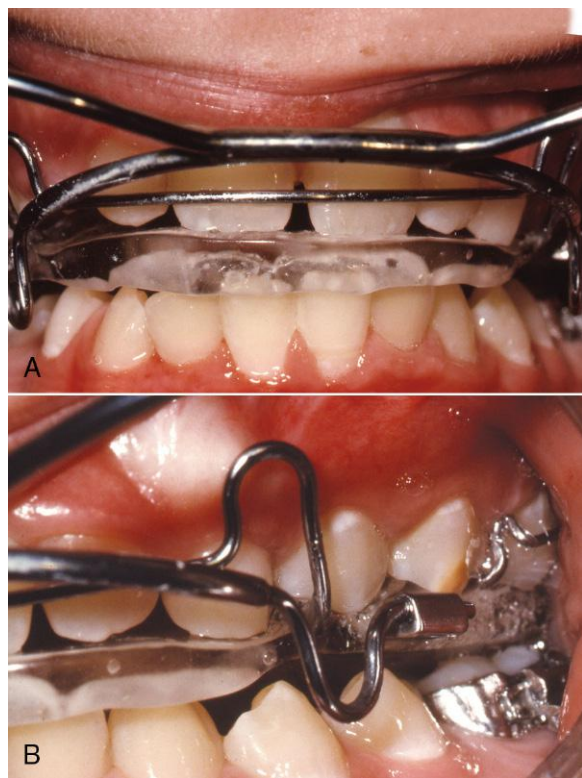


FIGURA 13-55 A y B. Se puede conectar una férula superior de plástico a un pequeño arco interno convencional de un casquete y a un casquete de tracción alta para aplicar una fuerza hacia arriba y hacia atrás sobre todo el maxilar superior. La férula limita la erupción dental mejor que un casquete conectado solo a los primeros molares.

2. Casquete de tracción alta a una férula superior

Otra opción de casquete para niños con desarrollo vertical excesivo es el empleo de una férula oclusal de plástico (fig. 13-55) a la que se sujeta el arco facial.⁴⁶ Esto permite dirigir la fuerza vertical contra todos los dientes superiores (y no únicamente contra los molares), y parece tener un efecto dental y esquelético considerable sobre el maxilar inferior con un buen control vertical. Un aparato de este tipo sería especialmente útil en un niño con un desarrollo vertical excesivo de toda la arcada superior y una exposición excesiva de los incisivos superiores por debajo del labio (es decir, un niño de cara alargada que no tiene mordida anterior abierta). Para conseguir tanto la corrección dental como esquelética, el paciente debe colaborar adecuadamente durante lo que puede ser un período muy largo de tratamiento.

Desgraciadamente, la férula maxilar permite que los dientes posteriores de la arcada inferior erupcionen libremente y, si esto ocurre, es posible que no se pueda redirigir el crecimiento ni obtener una rotación favorable del maxilar inferior hacia arriba y hacia delante.

3. Aparatos funcionales con bloques de mordida

Una alternativa más eficaz consiste en usar un aparato funcional que incluya bloques de mordida posteriores. La fuerza de retracción del casquete es sustituida por el «efecto de casquete» del aparato funcional, que es algo más leve. El objetivo fundamental

del aparato es inhibir la erupción de los dientes posteriores y el descenso vertical del maxilar superior. El aparato puede diseñarse de manera que adelante o no el maxilar inferior, dependiendo del grado de deficiencia mandibular que exista.

Independientemente de que se adelante o no el maxilar inferior en la mordida de trabajo, si se quiere alterar la erupción de los molares se debe abrir la mordida más allá de la dimensión vertical de reposo normal. Cuando se mantiene el maxilar inferior en esta posición con el aparato, la distensión de los tejidos blandos (incluyendo los músculos, pero sin limitarse a ellos) ejerce una fuerza de intrusión vertical sobre los dientes posteriores. En niños con mordida abierta anterior se deja que erupcionen los dientes anteriores, lo que reduce la mordida abierta, mientras que en los problemas de cara alargada sin mordida abierta (menos frecuentes), todos los dientes están sujetos por los bloques de mordida. Al no haber erupción posterior compensatoria, todo crecimiento mandibular debería dirigirse más anteriormente o, como mínimo, hasta donde permita la sobremordida.

A corto plazo, este tipo de tratamiento con aparatos funcionales permite controlar el crecimiento vertical maxilar esquelético y dental.⁴⁷ Esto tiende a proyectar anteriormente el crecimiento mandibular y ayuda a cerrar las mordidas abiertas anteriores (fig. 13-56). Debido al largo período de crecimiento vertical continuado, si se emplea un aparato funcional para la primera fase del tratamiento, se necesitarán bloques de mordida posteriores u otros componentes (como tornillos óseos para el anclaje esquelético) para controlar el crecimiento vertical y la erupción durante el tratamiento con aparatos fijos y probablemente en la retención (fig. 13-57). Esto es necesario porque los aparatos fijos no controlan adecuadamente la erupción y muchas acciones biomecánicas son extrusivas.

4. Casquete de tracción alta sobre un aparato funcional con bloques de mordida

El tratamiento más agresivo para un exceso vertical maxilar y una relación mandibular de clase II es una combinación de casquete de tracción alta con un aparato funcional con bloques de mordida posteriores para adelantar el maxilar inferior y controlar la erupción (fig. 13-58). La teoría se basa en el hecho de que una fuerza extraoral aumenta el control del crecimiento del maxilar superior y permite aplicar la fuerza sobre todo el maxilar superior y no únicamente sobre los primeros molares permanentes. El casquete de tracción alta mejora la retención del aparato funcional y produce una dirección de fuerza que pasa cerca del centro de resistencia estimado del maxilar superior (v. fig. 13-46, C). El aparato funcional permite potenciar el crecimiento mandibular y controlar al mismo tiempo la erupción de los dientes anteriores y posteriores.

En realidad, parece que la adición de un casquete proporciona muy poco control esquelético y dental vertical, y probablemente solo tendrá un impacto esquelético anteroposterior muy limitado sobre el maxilar superior. Este efecto beneficioso debería compararse con los efectos de un aparato funcional de mordida abierta sin casquete más sencillo. En un estudio reciente en el que se realizó un seguimiento durante una fase posterior del tratamiento con aparatos fijos se llegó a la conclusión de que la fase de tratamiento con casquete-aparato funcional tenía un efecto esquelético tan limitado que no merece la pena seguir recomendándolo.⁴⁸

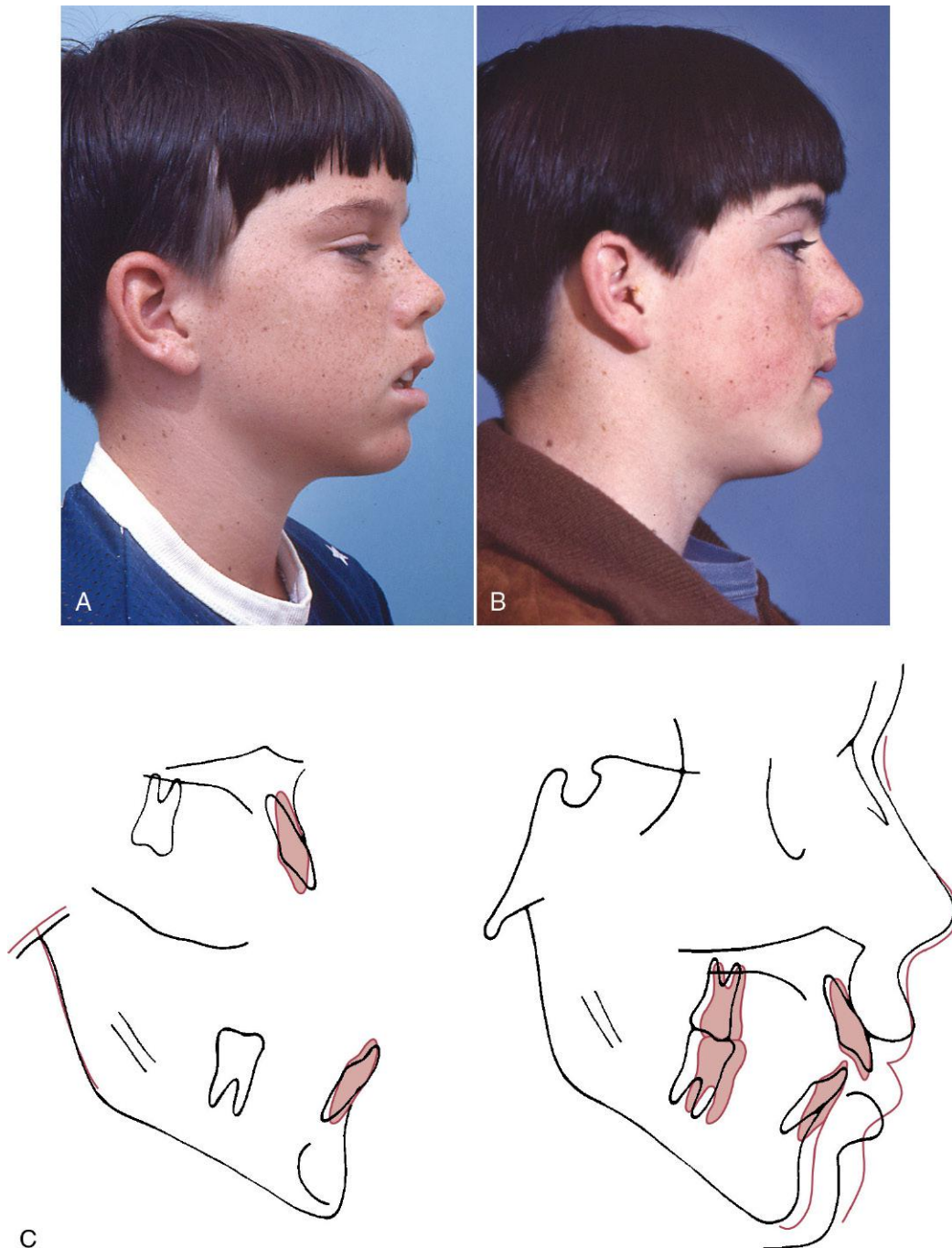


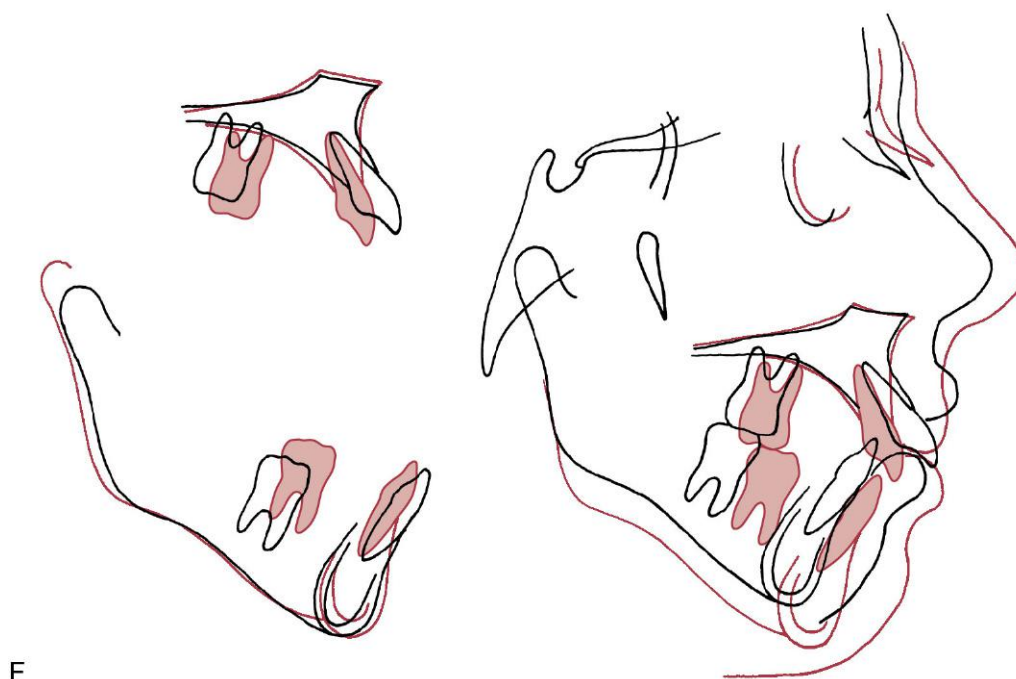
FIGURA 13-56 Este paciente demuestra una respuesta muy favorable a un tratamiento con aparatos funcionales para controlar el desarrollo vertical con bloques de mordida posteriores en un niño con excesiva altura de la parte inferior de la cara. **A.** Perfil antes del tratamiento. **B.** Perfil después del tratamiento. **C.** Superposiciones cefalométricas. No se ha producido erupción posterior, y todo el crecimiento mandibular se ha dirigido anteriormente. La altura de la cara se mantuvo, y la erupción anterior cerró la mordida abierta. Las posiciones de los molares superiores e inferiores en relación con su hueso de soporte no cambiaron.



FIGURA 13-57 Durante un tratamiento con aparatos fijos se puede controlar la erupción posterior usando bloques de mordida posteriores de quita y pon para separar los dientes posteriores más allá de la dimensión vertical de reposo. Esto crea una fuerza intrusiva sobre los dientes que están en contacto con los bloques, como consecuencia de la distensión de los tejidos blandos. El aparato se retiene con ganchos por encima de los tubos del casquete.



FIGURA 13-58 El mejor tratamiento para modificar el crecimiento en una cara muy alargada con un problema de deficiencia mandibular es un casquete de tracción alta sujeto a un aparato funcional con bloques de mordida posteriores. **A y B.** Aspecto facial antes del tratamiento. **C.** Casquete de tracción alta con el arco facial insertado en los tubos de un aparato funcional con bloques de mordida. **D y E.** El aspecto facial después del tratamiento ha mejorado considerablemente, pero no es el ideal.



F

FIGURA 13-58 (cont.) F. Superposición cefalométrica que muestra un movimiento descendente continuado del mentón, pero sin aumento del ángulo del plano mandibular. El principal efecto del tratamiento fue la retracción de los incisivos superiores protruyentes hacia el espacio de extracción de un premolar; el patrón de crecimiento apenas varió.

ASIMETRÍA FACIAL EN NIÑOS

Aunque prácticamente todo el mundo tenga alguna asimetría facial, es relativamente infrecuente encontrar un desarrollo asimétrico del maxilar inferior lo suficientemente grave como para causar problemas. La deficiencia asimétrica en un niño se puede deber a anomalías congénitas (p. ej., una microsomía hemifacial), pero normalmente se debe a una fractura de la apófisis condilar del maxilar inferior (fig. 13-59).⁴⁹ En estos casos, la asimetría se debe a una restricción del crecimiento después de la lesión, y no al desplazamiento de fragmentos que se produce en el momento de la lesión (v. capítulo 5). El exceso asimétrico se debe a una hipertrofia hemimandibular, que raras veces aparece antes de la adolescencia y que no puede solucionarse con técnicas para modificar el crecimiento. El tratamiento suele consistir en la cirugía (v. capítulo 19). El crecimiento puede modificarse en caso de crecimiento deficiente asimétrico.

Cuando se diagnostica una fractura condilar en un niño, la clave para conseguir un crecimiento normal radica en mantener la función. Esta no consiste en realizar movimientos simples de charnela de apertura y cierre, sino que debe incluir también movimientos de traslación de los cóndilos mandibulares. La traslación es imprescindible para el crecimiento normal a largo plazo y para la regeneración y la distensión de los tejidos blandos asociados a corto plazo. Afortunadamente, la mayoría de las fracturas mandibulares en niños preadolescentes se pueden tratar con muy poca manipulación quirúrgica de los segmentos y una pequeña inmovilización mandibular, ya que los segmentos se autorretienen y el proceso de cicatrización es muy rápido. El tratamiento debe incluir pequeños períodos de inmovilización (normalmente con pequeños elásticos intraorales intermaxilares) y un restablecimiento

inmediato de la función. Se debe evitar la reducción abierta de la fractura. Se puede emplear un aparato funcional durante el período posterior a la lesión para limitar cualquier restricción del crecimiento. El aparato es un activador convencional o un aparato del tipo bionator que adelanta el maxilar inferior simétricamente hasta prácticamente una posición de borde con borde entre los incisivos. Con este aparato, el paciente se ve obligado a trasladar el maxilar inferior, y con este en la posición descargada y adelantada se puede producir cualquier remodelación.

Muchas fracturas condilares no son diagnosticadas en el momento de producirse la lesión, por lo que cuando se atiende a un niño con una deficiencia mandibular asimétrica, la causa más probable suele ser un traumatismo aunque no se indique ninguna lesión. La clave para establecer el pronóstico de la modificación del crecimiento es la movilidad del lado afectado. Aunque el maxilar inferior se desvíe hacia el lado afectado durante la apertura, puede haber un crecimiento razonablemente normal si existe algún grado de traslación. Los aparatos funcionales híbridos (v. fig. 13-59, G y H) pueden favorecer el crecimiento más en un lado que en el otro. Aunque puedan parecer complicados, estos aparatos son simplemente una combinación lógica de varios elementos para conseguir objetivos específicos en pacientes concretos.

La intervención quirúrgica en una situación de asimetría (o cualquier otro problema de crecimiento facial) previa a la adolescencia tiene un único objetivo: crear unas condiciones en las que sea posible el crecimiento. Por consiguiente, la cirugía estará indicada únicamente cuando el crecimiento anómalo agrave progresivamente un problema ya existente, como una anquilosis que impide que un lado crezca o cuando un cóndilo crece demasiado. En estos casos se necesitará un aparato funcional híbrido, posiblemente antes de una intervención quirúrgica



FIGURA 13-59 A y B. Niña de 5 años, familiar de un odontólogo que observó su asimetría facial, con el mentón desviado hacia la izquierda (lo desviaba aún más durante la apertura) que fue citada para una valoración posterior. C y D. Su oclusión bucal era normal (clase I) en el lado derecho y de clase II en el izquierdo. E. La radiografía panorámica mostraba el aspecto clásico de una fractura condilar unilateral. Se puede ver el cóndilo normal a la derecha y solo un cóndilo puntiagudo a la izquierda. La lesión se produjo casi con seguridad a los 2 años a consecuencia de una caída, pero no fue diagnosticada en su momento.



FIGURA 13-59 (cont.) F. Obsérvense los dos bordes mandibulares en la radiografía cefalométrica debido a que la rama era más corta en el lado izquierdo. G y H. Fue tratada con una serie de aparatos funcionales híbridos, con escudos bucales y linguales en el lado izquierdo, y un bloque de mordida anterior en el lado derecho. El objetivo era estimular el crecimiento mandibular y la erupción dental en el lado izquierdo deficitario y restringir la erupción en el lado derecho. Es importante mantener la lengua alejada de los dientes en el lado en el que se desea la erupción, razón por la que el escudo lingual del lado izquierdo (no se aprecia en estas fotos) fue un factor crucial del aparato. I y J. Fotografías faciales obtenidas 2 años después.

(Continúa)

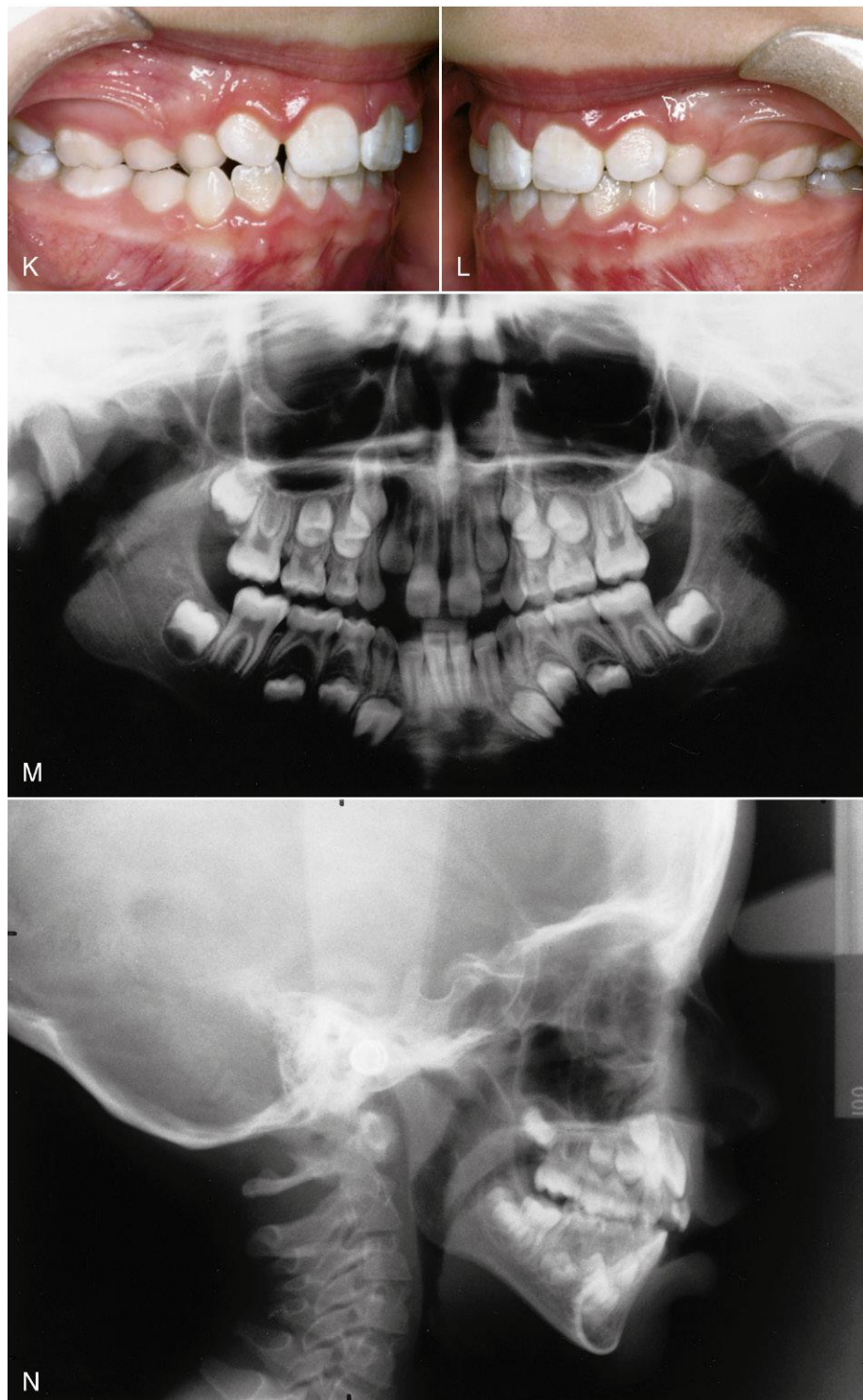


FIGURA 13-59 (cont.) K y L. Imágenes intraorales obtenidas 2 años después. Obsérvese la mejoría tanto en la simetría facial como en la oclusión. Se continuó el tratamiento con aparatos funcionales híbridos. M. Imágenes panorámica y (N) cefalométrica de los progresos de la paciente. Obsérvense la regeneración del cóndilo izquierdo (que se aprecia claramente en la radiografía panorámica) y la disminución en la diferencia de altura de las dos ramas mandibulares en la radiografía cefalométrica.



FIGURA 13-59 (cont.) O y P. Fotografías facial, y (Q y R) intraoral a la edad de 13 años, con una resolución casi completa de la asimetría, aunque el maxilar inferior seguía desviándose hacia la izquierda en apertura máxima. Se interrumpió el tratamiento con aparatos funcionales a los 10 años, y no ha habido tratamiento ortodóncico posterior.

para descompensar las arcadas dentales y seguramente después de la cirugía para corregir el problema de crecimiento primario, descompensar verticalmente las arcadas dentales y dirigir la función. Debido a la complejidad del plan de tratamiento y a la probabilidad de que también se necesite cirugía, es mejor que los niños con deformidades progresivas sean tratados en centros médicos bien equipados.

Bibliografía

1. Borzabadi-Farahani A, Borzabadi-Farahani A, Eslamipour F. An investigation into the association between facial profile and maxillary incisor trauma, a clinical non-radiographic study. *Dent Traumatol* 26:403-408, 2010.
2. Sandikcioglu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 111:321-327, 1997.
3. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod* 97:10-19, 1990.
4. Kilic N, Kiki A, Oktay H. Condylar asymmetry in unilateral posterior crossbite patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:382-387, 2008.
5. daSilva Filho OG, Villas Boas M, Capelozza Filho L. Rapid palatal expansion in the deciduous and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 100:171-181, 1991.
6. Petré S, Bjerklin K, Bondemark L. Stability of unilateral posterior crossbite correction in the mixed dentition: a randomized clinical trial with a 3-year follow-up. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 139:e73-e81, 2011.
7. Chang JY, McNamara JA Jr, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 112:330-337, 1997.
8. Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 116:31-40, 1999.
9. Leonardi R, Sicurezza E, Cutrera A, et al. Changes of circumaxillary sutures in young patients treated with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 81:36-41, 2011.
10. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem TT. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod* 20:255-261, 1998.
11. Geran RG, McNamara JA, Baccetti T, et al. A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 129:631-640, 2006.
12. McNamara JA, Baccetti T, Franchi L, et al. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod* 73:344-353, 2003.
13. Schneidman E, Wilson S, Erakis R. Two-point rapid palatal expansion: an alternate approach to traditional treatment. *Pediatr Dent* 12:92-97, 1990.
14. Levin AS, McNamara JA Jr, Franchi L, et al. Short-term and long-term treatment outcomes with the FR-3 appliance of Fränkel. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 134:513-524, 2008.
15. Ulgen M, Firatli S. The effects of the Fränkel's function regulator on the Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 105:561-567, 1994.
16. Kim JH, Viana MC, Graber TM, et al. The effectiveness of protraction face mask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 115:675-685, 1999.

17. Westwood PV, McNamara JA Jr, Baccetti T, et al. Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 123:306-320, 2003.
18. Vaughn GA, Mason B, Moon HB, et al. The effects of maxillary protraction therapy with or without rapid palatal expansion: a prospective, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 128:299-309, 2005.
19. da Silva Filho OG, Magro AC, Capelozza Filho L. Early treatment of the Class III malocclusion with rapid maxillary expansion and maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 113:196-203, 1998.
20. Shapiro PA, Kokich VG. Treatment alternatives for children with severe maxillary hypoplasia. *Eur J Orthod* 6:141-147, 1984.
21. Cha BK, Choi DS, Ngan P, et al. Maxillary protraction with miniplates providing skeletal anchorage in a growing Class III patient. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 139:99-112, 2011.
22. Sar C, Arman-Özçirpici A, Uçkan S, et al. Comparative evaluation of maxillary protraction with or without skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 139:636-649, 2011.
23. Nguyen T, Cevdanes L, Cornelis MA, et al. 3D assessment of maxillary changes associated with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 140:790-798, 2011.
24. Cevdanes L, Baccetti T, Franchi L, et al. Comparison of two protocols for maxillary protraction: bone anchors versus face mask with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 80:799-806, 2010.
25. Wells AP, Sarver DM, Proffit WR. Long-term efficacy of reverse pull headgear therapy. *Angle Orthod* 76:915-922, 2006.
26. Sugawara J, Mitani H. Facial growth of skeletal Class III malocclusion and the effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to chin cap therapy. *Semin Orthod* 3:244-254, 1997.
27. Tulloch JF, Proffit WR, Phillips C. Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 125:657-667, 2004.
28. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, et al. Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 129:599.e1-e12, 2006.
29. O'Brien K, Wright J, Conboy F, et al. Early treatment for Class II division 1 malocclusion with the twin-block appliance: a multi-center, randomized, controlled trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:573-579, 2009.
30. Pancherz H. The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the Herbst appliance. *Semin Orthod* 3:232-243, 1997.
31. Franchi L, Baccetti T. Prediction of individual mandibular changes induced by functional jaw orthopedics followed by fixed appliances in Class II patients. *Angle Orthod* 76:950-954, 2006.
32. Siara-Olds NJ, Pangrazio-Kulbersh V, Berger J, et al. Long-term dento-skeletal changes with the bionator, Herbst, twin block and MARA functional appliances. *Angle Orthod* 80:18-29, 2010.
33. Pancherz H, Malmgren O, Hagg U, et al. Class II correction in Herbst and Bass therapy. *Eur J Orthod* 11:17-30, 1989.
34. Oppenheim A. Biologic orthodontic therapy and reality. *Angle Orthod* 6:69-79, 1936.
35. Kloehn S. Guiding alveolar growth and eruption of the teeth to reduce treatment time and produce a more balanced denture and face. *Am J Orthod* 17:10-33, 1947.
36. Wieslander L. The effects of orthodontic treatment on the concurrent development of the craniofacial complex. *Am J Orthod* 49:15-27, 1963.
37. Armstrong MM. Controlling the magnitude, direction and duration of extraoral force. *Am J Orthod* 59:217-243, 1971.
38. Keeling SD, Wheeler TT, King GJ, et al. Anteroposterior skeletal and dental changes after early Class II treatment with bionators and headgear. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 113:40-50, 1998.
39. Baumrind S, Molthen R, West EE, et al. Mandibular plane changes during maxillary retraction, part 2. *Am J Orthod* 74:603-621, 1978.
40. O'Brien K, Wright J, Conboy F, et al. Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 2: Psychosocial effects. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 124:488-494, 2003.
41. Banks P, Wright J, O'Brien K. Incremental versus maximum bite advancement during twin-block therapy: a randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 126:583-588, 2004.
42. Haralabakis NB, Sifakakis IB. The effect of cervical headgear on patients with high or low mandibular plane angles and the "myth" of posterior mandibular rotation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 126:310-317, 2004.
43. Chaushu G, Chaushu S, Weinberger T. Infraorbital abscess from orthodontic headgear. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 112:364-366, 1997.
44. Stafford GD, Caputo AA, Turley PK. Characteristics of headgear release mechanisms: Safety implications. *Angle Orthod* 68:319-326, 1998.
45. Ruf S, Pancherz H. The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle: A cephalometric roentgenographic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 110:225-229, 1996.
46. Orton HS, Slattery DA, Orton S. The treatment of severe 'gummy' Class II division 1 malocclusion using the maxillary intrusion splint. *Eur J Orthod* 14:216-223, 1992.
47. Weinbach JR, Smith RJ. Cephalometric changes during treatment with the open bite bionator. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 101:367-374, 1992.
48. Freeman CS, McNamara JA Jr, Baccetti T, et al. Treatment effects of the bionator and high-pull facebow combination followed by fixed appliances in patients with increased vertical dimensions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 131:184-195, 2007.
49. Turvey TA, Ruiz R, Blakey GH, et al. Management of facial fractures in the growing patient. In: Fonseca RJ, Walker RV, Betts NJ, et al, eds. *Oral and Maxillofacial Trauma*, Philadelphia: WB Saunders; 2005.

TRATAMIENTO ORTODÓNCICO GENERAL DURANTE LA DENTICIÓN PERMANENTE PRECOZ

El tratamiento ortodóncico general representa un esfuerzo por conseguir que el paciente obtenga una oclusión tan correcta como sea posible, recolocando en este proceso todos o casi todos sus dientes. Desde este punto de vista, el tratamiento de la dentición mixta comentado en los capítulos 11 a 13 no es un tratamiento general, a pesar de su importancia, ya que no altera la posición final de todos los dientes permanentes. Los niños con problemas de maloclusión moderados o graves suelen necesitar una segunda fase de tratamiento general tras la erupción de los dientes permanentes, durante la que se perfilan las relaciones oclusales, aunque hayan experimentado una mejoría significativa en una primera fase de tratamiento durante la dentición mixta.

El momento ideal para el tratamiento general es la adolescencia, cuando los dientes sucedáneos acaban de erupcionar, todavía queda algo de crecimiento maxilar vertical y anteroposterior, y las repercusiones sociales del tratamiento ortodóncico no suponen un problema importante. Por supuesto, no todos los adolescentes requieren tratamiento general, por lo que se puede realizar un tratamiento limitado para resolver problemas específicos a cualquier edad. También es posible

utilizar el tratamiento general en pacientes adultos, pero esto plantea algunos problemas especiales, de los que hablaremos en el capítulo 18.

Para el tratamiento ortodóncico general se suele necesitar un aparato fijo completo. En los capítulos siguientes basaremos una parte importante de nuestros comentarios en el supuesto empleo de un aparato de arco de canto moderno que incorpore desviación, angulación y torsión en sus brackets (es decir, un aparato de «alambre recto»). Hemos dividido convenientemente el tratamiento general en tres fases terapéuticas principales consecutivas que comentamos en los capítulos 14-16. En cada uno de esos capítulos compararemos los diferentes arcos de alambre y orden de utilización de los mismos para el deslizamiento con el empleo de bucles, y las ranuras de 22 con las de 18. En los momentos adecuados incluiremos una breve descripción del tratamiento con el aparato de Begg.

Cualquiera que sea la técnica ortodóncica empleada, el tratamiento debe interrumpirse de forma gradual, utilizando algún dispositivo de retención durante algún tiempo; en el último capítulo de esta sección abordamos este tema tan importante.

PRIMERA FASE DEL TRATAMIENTO GENERAL: ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

OBJETIVOS DE LA PRIMERA FASE DEL TRATAMIENTO ALINEACIÓN

- Principios para la elección de los arcos de alineación
- Propiedades de los arcos de alineación
- Alineación del apiñamiento simétrico
- Alineación en caso de extracción de los premolares
- Alineación en casos sin extracción

CORRECCIÓN DE LA MORDIDA CRUZADA

- Dientes individuales desplazados en mordida cruzada anterior
- Expansión transversal del maxilar mediante la apertura de la sutura palatina media
- Corrección de las mordidas cruzadas dentales posteriores

DIENTES IMPACTADOS O SIN ERUPCIONAR

- Exposición quirúrgica
- Método de anclaje
- Métodos mecánicos para alinear dientes sin erupcionar
- Segundos molares inferiores impactados/sin erupcionar

CIERRE DE DIASTEMAS

NIVELACIÓN

- Nivelación por extrusión (intrusión relativa)
- Nivelación por intrusión

y la nivelación; 2) la corrección de las relaciones entre los molares y el cierre de espacios, y 3) el acabado. Las dos últimas se analizan en los capítulos 15 y 16, respectivamente. No todos los pacientes necesitan someterse a todos los pasos de cada fase de tratamiento, pero cualquiera que sea la técnica utilizada, es probable que haya que cambiar los arcos de alambre y su forma de empleo en las diferentes fases. Incluso con los aparatos de arco de canto mejor preajustados, habrá que modificar los arcos de alambre antes de llegar a la fase de acabado, y es bastante probable que haya que introducir algunos ajustes en los arcos de alambre durante el acabado.

OBJETIVOS DE LA PRIMERA FASE DEL TRATAMIENTO

El tratamiento de cualquier paciente solo debe comenzar una vez que se hayan analizado concienzudamente sus problemas, preparado el plan de tratamiento que mejor beneficie al paciente y desarrollado un programa ordenado de medidas ortodóncicas (arcos de alambre y su activación, es decir, mecanoterapia) para conseguir los resultados deseados. Se recomienda seguir el proceso explicado en los capítulos 6 y 7, que culmine en la elaboración de un esquema de las fases del tratamiento.

Casi todos los pacientes con maloclusión tienen al menos algunos dientes inicialmente mal alineados. La inmensa mayoría presenta además una sobremordida excesiva, debida a alguna combinación de una curva de Spee excesiva en el arco inferior con la ausencia de la curva o una curva inversa en el arco superior, o, con menos frecuencia, una mordida abierta anterior, debida a una curva de Spee excesiva en el arco superior y una curva escasa o inexistente en el arco inferior. La primera fase del tratamiento tiene como objetivo conseguir la alineación de los dientes y corregir las discrepancias verticales mediante la nivelación de los arcos dentales. No obstante, de este modo no queda definido con claridad

Raymond Begg insistía mucho en la necesidad de dividir el tratamiento ortodóncico general en varias fases, lo que facilita el estudio de las técnicas.¹ Hemos utilizado las tres fases principales que proponía este autor para organizar el capítulo, ya que todavía se puede aplicar razonablemente bien al tratamiento con el aparato de arco de canto contemporáneo, de uso casi universal en la actualidad. Estas fases son: 1) la alineación

ninguno de estos objetivos. Para conseguir una alineación adecuada no solo hay que desplazar los dientes mal alineados hasta el arco dental, sino que también hay que concretar y controlar la posición anteroposterior de los incisivos, la anchura posterior de los arcos dentales y la forma de dichos arcos. Igualmente, al nivelar los arcos hay que determinar y controlar si la nivelación se produce por la elongación de los dientes posteriores, por la intrusión de los incisivos o por alguna combinación específica de ambos procesos. Obviamente, la forma de los arcos dentales varía de unos individuos a otros. Aunque el ortodoncista dispone de alguna libertad para modificar dicha forma, y de hecho se ve obligado a hacerlo al menos en uno de los arcos si las formas de ambos arcos dentales no son compatibles en un primer momento, se consiguen resultados más estables manteniendo durante el tratamiento ortodóncico la forma original de los arcos dentales del paciente (v. comentario sobre la forma de los arcos dentales y los arcos de alambre en el capítulo 9). No es necesario adaptar la forma de los arcos de alambre de poca resiliencia empleados en la primera fase del tratamiento a la forma de los arcos dentales del paciente con tanto cuidado como los arcos de alambre más rígidos utilizados en fases posteriores del tratamiento, pero los arcos de alambre deben adecuarse a la forma de los arcos dentales del individuo desde un primer momento. Si se utilizan arcos de alambre preformados para la alineación (como suele suceder, dada la necesidad de preformar los arcos de alambre de níquel-titanio [Ni-Ti] superelásticos), hay que escoger la forma de arco más apropiada (grande, medio o pequeño).

Dado que la mecanoterapia ortodóncica variará dependiendo de la alineación y la nivelación que se quieran conseguir, es muy importante poder visualizar claramente la posición que deseamos que tengan los dientes al final de cada fase del tratamiento antes de comenzar la misma. Los programas informáticos que existen en la actualidad lo hacen más fácil (fig. 14-1), pero es el proceso de pensamiento lo que cuenta. Por ejemplo, el mejor procedimiento de alineación dará lugar a incisivos que estarán demasiado

protruidos si no se incluyen en el plan las extracciones necesarias para prevenir esa protrusión. Igualmente, a menos que planeemos la nivelación por intrusión en el momento necesario, es probable que no sepamos escoger la mecanoterapia adecuada.

En este capítulo y en los siguientes, esperamos poder establecer con claridad los objetivos adecuados para cada paciente; los comentarios que se incluyen a continuación conciernen únicamente a las técnicas de tratamiento necesarias para alcanzar esos objetivos. El tratamiento ortodóncico sin unos objetivos concretos puede ser un ejemplo excelente del viejo proverbio: «Si no sabes a dónde vas, da igual el camino que tomes».

ALINEACIÓN

Principios para la elección de los arcos de alineación

En casi todos los pacientes con dientes mal alineados, los ápices radiculares están más próximos a sus posiciones normales que las coronas, ya que la mala alineación suele deberse a una desviación de las rutas de erupción de los dientes. En otras palabras, en algunas ocasiones el germin dentario se desarrolla en el lugar equivocado; pero los ápices radiculares suelen encontrarse relativamente cerca de sus posiciones correctas, aunque las coronas se hayan desplazado al erupcionar los dientes. Las principales excepciones a esta norma son el desplazamiento de todos los tejidos de una zona (generalmente como consecuencia del tratamiento quirúrgico del paladar hendido) y la inclinación muy marcada causada por la presión labial que desplaza los incisivos centrales superiores en una maloclusión de clase II, división 2. Para conseguir la alineación dental hay que combinar la inclinación labiolingual y mesiodistal mediante un arco de alambre, pero habitualmente no es necesario mover las raíces. Esto tiene varias consecuencias importantes para la mecanoterapia ortodóncica:

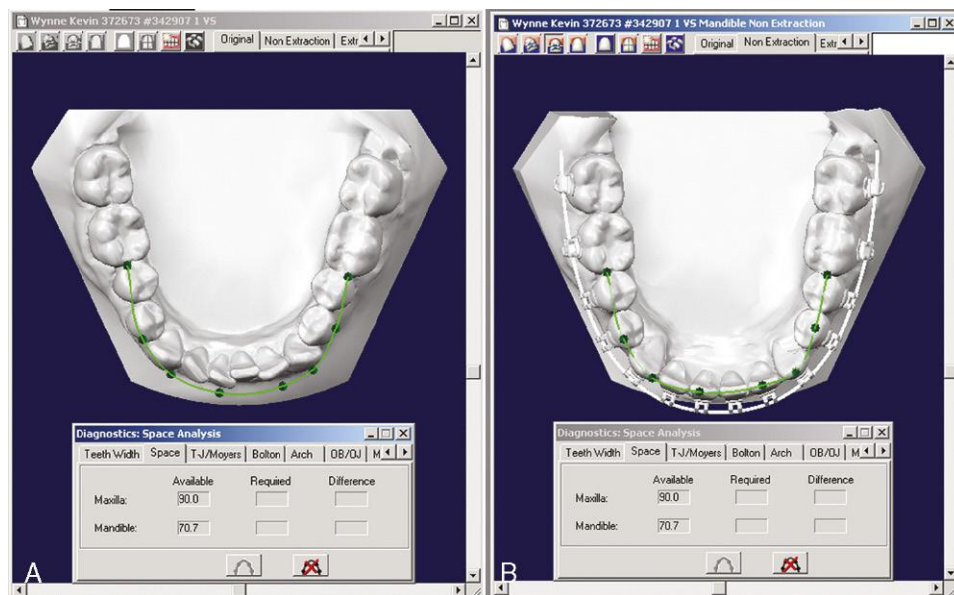


FIGURA 14-1 Pueden emplearse bastante eficazmente modelos dentales digitalizados (aquí en el sistema Ortho-CAD) para calcular la cantidad de espacio necesario para alinear los dientes, mostrar el resultado probable de la alineación y calcular la longitud de arcada necesaria. **A.** Imagen oclusal antes del tratamiento de la arcada inferior, con una línea que muestra la cantidad de espacio requerido para la alineación. **B.** Aparato virtual en posición.

1. Los arcos de alambre usados inicialmente para la alineación deben suministrar fuerzas ligeras y constantes de alrededor de 50 g para poder lograr la inclinación dental más eficaz. Por el contrario, deben evitarse las fuerzas intensas.
2. Los arcos de alambre deben ser capaces de moverse libremente dentro de los brackets. Para el deslizamiento mesiodistal a lo largo de un arco de alambre, se necesita como mínimo una separación de 2 mil entre el arco y el bracket, y es aconsejable una separación de 4 mil. Por encima de esos valores no se obtiene ninguna ventaja apreciable. Esto significa que el arco de alambre inicial de mayor tamaño que debe utilizarse con un bracket de arco de canto de ranura de 18 es de 16 mil, y es aún mejor uno de 14 mil. Con un bracket de ranura de 22 se podría utilizar un arco de alambre de 16 o 18 mil, siempre que suministre la fuerza correcta. Cualquiera que sea el arco de alambre utilizado, debe encajar con holgura en el bracket; no obstante, como ya hemos señalado que el capítulo 9, la fricción no representa el componente principal de la resistencia al deslizamiento, y se ha demostrado que es falso que la mayor rapidez de alineación supone una ventaja importante de los brackets de autoligado.
3. Normalmente se deben evitar los arcos de alambre rectangular, especialmente aquellos que encajan estrechamente en la ranura del bracket, que podrían alterar la posición del ápice radicular. El principio es que es mejor inclinar las coronas hacia su posición durante la alineación inicial, en lugar de desplazar los ápices de las raíces; el corolario es que aunque en la fase de alineación se podría usar un arco de alambre rectangular muy resiliente, como NiTi superelástico (A-NiTi) de 17×25 , esto no presenta ninguna ventaja porque el arco de alambre rectangular induce unos movimientos radiculares innecesarios e indeseables durante la alineación (fig. 14-2). Los alambres superelásticos de NiTi tienen una resistencia a la torsión tan baja

que, en todos los supuestos prácticos, no pueden torsionar las raíces,² por lo que es rara esta complicación. A pesar de ello, se puede producir movimiento mesiodistal de los ápices radiculares y tienden a lentificar los movimientos de inclinación necesarios para la alineación, para la cual es preferible utilizar alambres redondos (fig. 14-3). No existe ninguna razón para pagar más por un alambre rectangular de alto rendimiento para la alineación inicial, dado que esta será previsiblemente más lenta y potencialmente más dañina para las raíces con el alambre rectangular que con un alambre redondo más pequeño.

4. Cuanto más elástico sea el arco de alineación, más importancia tendrá que el apiñamiento sea cuanto menos razonablemente simétrico. En caso contrario, se corre el riesgo de que el arco pierda su forma al alinear los dientes asimétricamente irregulares. Si solo está desalineado un diente apiñado o si hay que alinear un diente impactado (una versión más grave de lo mismo), se requiere un alambre rígido que mantenga la forma del arco, excepto en los puntos en los que se necesita mayor elasticidad, y hay que utilizar un alambre auxiliar para alcanzar el diente mal alineado. Este punto se comenta en detalle más adelante.

Propiedades de los arcos de alineación

Los alambres que se utilizan en la alineación inicial deben combinar una resistencia y elasticidad excelentes con un rango de acción muy amplio. A ser posible, han de tener una curva de carga-desviación casi plana, de modo que el alambre suministre unos 50 g (la fuerza óptima para la inclinación) con casi cualquier grado de desviación. Al escoger los arcos de alambre adecuados para la alineación, hay que tener en cuenta el material, el tamaño (diámetro o sección transversal) y la distancia entre las fijaciones (separación entre brackets; v. capítulo 9).

En este momento, los alambres de A-NiTi superelástico son mucho más eficaces y eficientes que cualquier otra alternativa, por lo que no hay ninguna razón para mencionar ningún otro material para arcos de alambre para la alineación. La clave de su éxito radica en su capacidad para suministrar una fuerza muy leve en un recorrido muy largo. El empleo de varios hilos de alambre de acero era una forma de mejorar el rendimiento de los alambres de acero durante la alineación inicial; actualmente se usan varios hilos de A-NiTi para suministrar una fuerza más ligera con un arco de alambre que es más fuerte y más resistente a la fractura (v. fig. 14-3). Dado que el rendimiento clínico depende de la preparación del material por el fabricante, el tamaño del alambre representa un factor fundamentalmente en relación con el margen de espacio dentro de la ranura del bracket y con la resistencia a la fractura. Aunque un alambre de A-NiTi de 16 mil puede ser más rígido y suministrar más fuerza que un alambre de 18 mil preparado de manera diferente, esto no se mantendría en todo el rango de tamaños de alambre, por lo que el tamaño del alambre es un factor importante, pero no tanto si se elige un alambre de A-NiTi.

Actualmente se pueden conseguir alambres superelásticos que son casi totalmente pasivos cuando están fríos pero suministran la fuerza deseada cuando están a la temperatura de la boca. Es mucho más fácil colocar un alambre enfriado que uno elástico; por esta razón, en algunas circunstancias puede resultar bastante ventajoso enfriar un segmento del alambre para volverlo

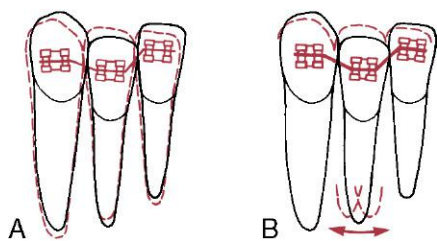


FIGURA 14-2 Para la alineación inicial casi siempre está contraindicado un arco de alambre rectangular resiliente que encaje ajustadamente, debido a que no solo va a ser problemática la resistencia al deslizamiento, sino que también el alambre produce un movimiento de vaivén de los ápices radiculares al tratar de alinear los dientes. Esto se debe a que los momentos generados por el arco de alambre cambian al hacerlo la geometría del sistema con las alteraciones de la posición de los dientes. **A.** Representación esquemática de la alineación de un incisivo lateral mal colocado con un alambre redondo y holgura en la ranura del bracket. Con los mínimos momentos que se crean dentro de la ranura del bracket, el ápice radicular se desplaza muy poco. **B.** Con un arco de alambre rectangular resiliente, se produce un movimiento de vaivén apical antes de que el diente termine prácticamente en el mismo sitio que con un alambre redondo. Esto tiene dos inconvenientes: aumenta las posibilidades de reabsorción radicular y retrasa el proceso de alineación.

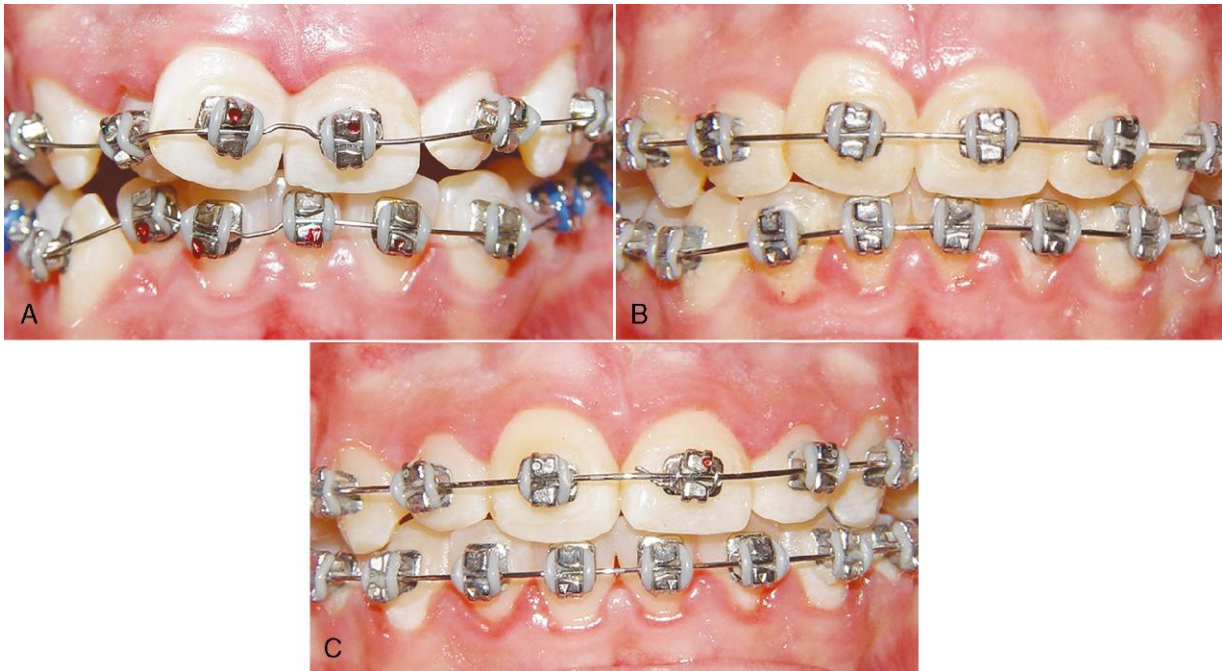


FIGURA 14-3 Secuencia de alineación con un aparato fijo, en este caso con brackets Tip-Edge (v. capítulo 10). **A.** El alambre redondo superelástico inicial (A-NiTi de 16 mil), preformado con un doblez en la línea media para impedir el desplazamiento del arco de alambre. **B.** Acero de 16 para la alineación final, 2 meses después. **C.** La alineación completada 3 meses después.

provisionalmente pasivo. Por otra parte, una vez que se alcanza la temperatura bucal, no hay motivos para pensar que un alambre sensible a la temperatura proporcione mejor rendimiento que otro que no posea esta característica.

Como ya hemos comentado en el capítulo 9, parece lógico usar brackets estrechos (individuales) con ranuras de 18 y brackets más anchos (gemelos) con ranuras de 22. Antes de que se utilizaran casi de forma rutinaria los alambres superelásticos, las ranuras y la separación entre brackets empleados influían considerablemente en la elección de los arcos de alambre, y a menudo se utilizaban diferentes alambres con los aparatos de ranuras de 18 y de 22. Esto ya no es así. No obstante, cuando se emplean alambres superelásticos, hay que controlar mejor el mantenimiento de la forma del arco durante la alineación, hasta el punto de que actualmente hay que diferenciar entre la alineación cuando el apiñamiento es razonablemente simétrico y cuando existe una asimetría acusada.

Alineación del apiñamiento simétrico

Elección de los arcos de alambre

Gracias a su curva de carga-desviación plana (fig. 14-4), el NiTi superelástico es ideal para la alineación inicial cuando el grado de apiñamiento es similar en ambos lados de la arcada. El alambre superelástico posee un rango de acción muy notable, dentro del cual un diente puede moverse sin generar fuerza excesiva. En la mayoría de las circunstancias es posible lograr la alineación inicial ligando simplemente a un alambre de NiTi de 14 o 16 mil que suministre unos 50 g a los brackets de todos los dientes (v. fig. 14-3). No obstante, conviene recordar que para conseguir la alineación es necesario abrir espacio para los dientes que están apiñados por fuera de la arcada. Esto se puede conseguir de dos maneras: utilizando un tope plisado

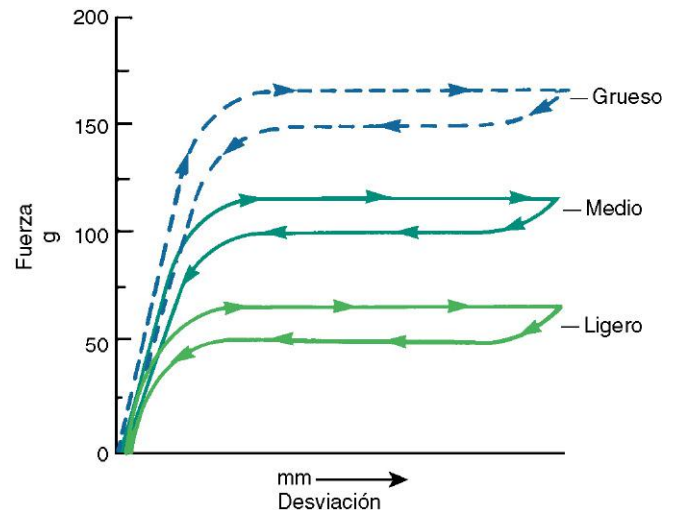


FIGURA 14-4 Curvas idealizadas de fuerza-desviación para una serie de alambres de A-NiTi de 16 mil preparados por el fabricante para suministrar diferentes niveles de fuerza. En los alambres superelásticos, el factor que más influye en la fuerza suministrada es la preparación del fabricante, no el tamaño del alambre. Se puede ver que la versión ligera de este alambre suministra los 50 g deseados para la alineación inicial.

en el alambre, justo por delante del tubo de molar para que el arco de alambre «sobresalga» (ligeramente por delante de los incisivos apiñados), o usando resortes en espiral para abrir espacio (fig. 14-5). En este último caso, los resortes deben suministrar solo una fuerza leve para no deformar la arcada. El tamaño del alambre superelástico no representa una variable crucial si suministra la fuerza deseada de ≈ 50 g, con la salvedad de que no se deben emplear alambres de 18 mil en el aparato de ranura de 18.

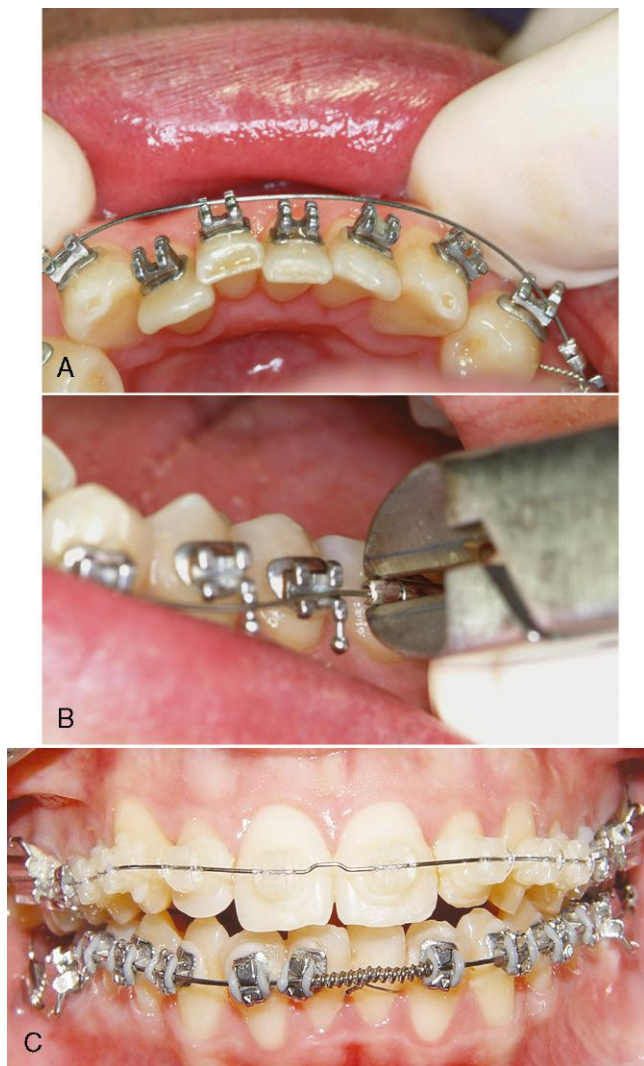


FIGURA 14-5 Cuando se necesita más longitud en la arcada son muy útiles unos topes avanzados en el arco de alambre flexible inicial. **A.** Arco de alambre de A-NiTi adelantado en relación con los incisivos apiñados. Se necesitan topes en el arco de alambre para mantenerlo en una posición ligeramente avanzada. **B.** Unos segmentos de tubo divididos y plisados, como los empleados para impedir el desplazamiento, pueden servir también como topes adelantados para alambres superelásticos iniciales. **C.** En vez de ganar longitud en la arcada, se pueden usar muelles comprimidos para abrir espacio para los incisivos apiñados. Ambos métodos tienen un efecto muy parecido; los dos producen una proclinación similar de los incisivos.

Cuando se presentó el NiTi superelástico por primera vez, su principal inconveniente era su elevado coste. Si no se necesita un rango muy amplio, un alambre de acero de 17,5 mil de 3 hebras (3×8 mil) ofrece unas propiedades aceptables a un precio inferior. En teoría, este tamaño sería excesivo para los brackets de ranura de 18. Sin embargo, las investigaciones clínicas han demostrado que en los aparatos de 18 y de 22 el tiempo necesario para conseguir la alineación es similar al que se requiere con el A-NiTi, siempre que los alambres se remodelen cada mes y se vuelvan a fijar con ligaduras elastoméricas. Evidentemente, la magnitud de las fuerzas es más variable y es probable que los pacientes sufran más molestias que con los alambres superelásticos, pero es difícil demostrarlo en la práctica clínica.

Este rendimiento clínico sorprendentemente bueno del alambre de acero multifilamento es probable que se deba a que los arcos flexibles permiten a los dientes moverse entre sí durante la masticación, al doblarse el hueso alveolar por efecto de las fuerzas masticatorias (v. capítulo 8). Ello libera la unión y permite al bracket deslizarse a lo largo del arco de alambre hasta el siguiente punto en el que se produce la unión. No obstante, la ventaja del menor coste del arco de acero se pierde rápidamente, debido al tiempo necesario para volver a ligarlo (sobre todo si hay que extraerlo de la boca), ajustarlo para eliminar posibles zonas de deformación permanente y ligarlo de nuevo.

Los datos experimentales y la experiencia clínica sugieren que podrían obtenerse resultados similares a los conseguidos con el alambre de acero trenzado con el NiTi elástico (M-NiTi) con distintos alambres trenzados más elaborados (p. ej., los alambres coaxiales, que constan de varios alambres pequeños trenzados alrededor de un alambre central de mayor diámetro) o bien con bucles en alambres de acero de escaso diámetro. Los alambres de M-NiTi y los coaxiales trenzados son costosos, y también se necesita mucho tiempo para hacer bucles en los alambres de acero de 14 o 16 mil. Aunque estos eran los más utilizados para la alineación inicial hace no mucho tiempo, apenas tienen aplicaciones en la ortodoncia actual.

Como cabría esperar, la exagerada elasticidad de los alambres superelásticos no carece totalmente de inconvenientes. Cuando se ligan estos alambres en una mala alineación dental, tienden a «viajar» alrededor de la arcada cuando el paciente mastica, en especial si funcionan sobre todo en un lado. A continuación, el alambre se sale por la parte trasera del tubo molar de un lado y puede soltarse del tubo del lado contrario. En ocasiones, esto puede bastar para provocar la situación que Mark Twain describía como «maravillosa y espantosa» (fig. 14-6, A). Se puede evitar el desplazamiento del arco de alambre plisando fuertemente un tope en el mismo entre dos brackets cualesquiera que estén razonablemente juntos (v. fig. 14-6, B) o cinchando el extremo del alambre con unos alicates especiales que doblen el alambre de NiTi. Conviene incluir rutinariamente un tope de este tipo en los alambres superelásticos iniciales.

Alineación en caso de extracción de los premolares

En los pacientes con un apiñamiento grave de los dientes anteriores es necesario retruir los caninos hacia los huecos de extracción de los premolares para conseguir el espacio preciso para alinear los incisivos. Si el apiñamiento es extremo, es preferible retruir los caninos de forma independiente antes de colocar fijaciones sobre los incisivos. Si se necesita el máximo anclaje posible, ahora se puede conseguir de manera más eficaz mediante el anclaje esquelético con tornillos óseos en el alvéolo (fig. 14-7).

En caso de apiñamiento no tan extremo, pero de todos modos grave, se pueden inclinar los caninos distalmente y alinear simultáneamente los incisivos. Para ello se puede emplear un arco de alambre de A-NiTi con muelles de A-NiTi desde los primeros molares para inclinar los caninos distalmente (fig. 14-8). Para limitar la inclinación anterior de los molares hay que utilizar un arco de alambre preformado por el fabricante que tenga una curva de Spee inversa muy exagerada. Esta es una manera de marcar la inclinación distal de los caninos contra el avance

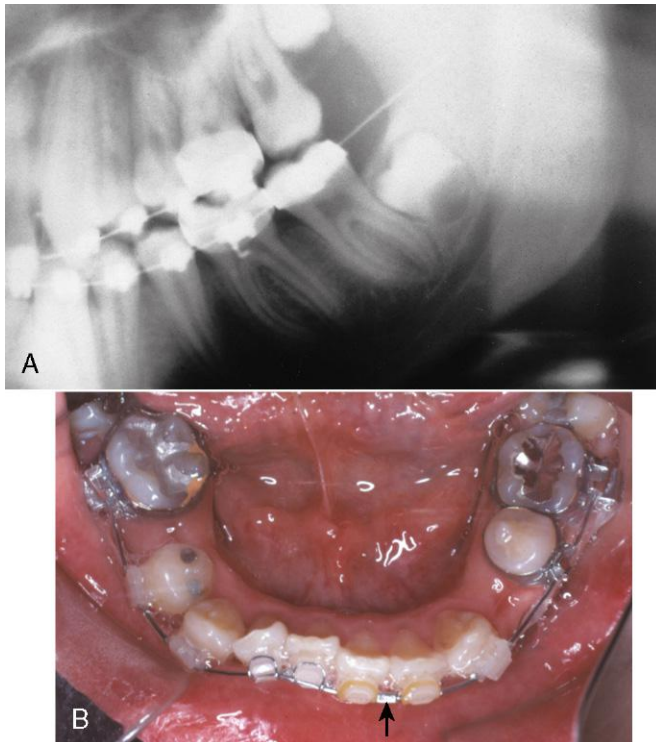


FIGURA 14-6 El uso de alambres superelásticos para la alineación inicial tiene el problema de que tienden a «viajar», de manera que el alambre se desliza hacia un lado, protruyendo distalmente del tubo molar en un lado y deslizándose fuera del tubo en el otro. **A.** Esta radiografía panorámica muestra un arco de alambre que ha viajado hasta el punto de haber penetrado en la rama mandibular en un lado, casi hasta la profundidad de una inyección de bloqueo alveolar inferior (curiosamente, el paciente solo manifestó algunas molestias leves). **B.** La mejor forma de evitar este desplazamiento consiste en plisar fuertemente un segmento de tubo dividido sobre el alambre entre dos brackets adyacentes. La ubicación del tope plisado (en este caso entre los incisivos central y lateral izquierdos) no tiene excesiva importancia. Actualmente, algunos alambres preformados de A-NiTi incluyen una depresión en la línea media para impedir un deslizamiento excesivo del arco de alambre.

en bloque de los molares, aunque el momento a través del tubo molar no bastará para impedir totalmente la inclinación mesial.

Alineación en casos sin extracción

Para conseguir la alineación en casos sin extracción hay que incrementar la longitud de la arcada, alejando aún más los incisivos de los molares. En estas circunstancias no basta con ligar un alambre superelástico a las ranuras de los brackets. Dos objetos no pueden ocupar el mismo espacio al mismo tiempo, por lo que no es posible conseguir la alineación hasta haber creado el espacio para permitirlo.

La manera más sencilla de conseguirlo consiste en doblar un tope en el alambre a la altura del tubo molar, para mantener dicho alambre justo por delante de los incisivos (v. fig. 14-3). En citas posteriores, si se necesita más longitud en la arcada, se puede deslizar rápidamente uno o más topes adicionales hasta esa posición, sin extraer el alambre. Cuando se usa una forma de arco ancha, se produce una expansión transversal a

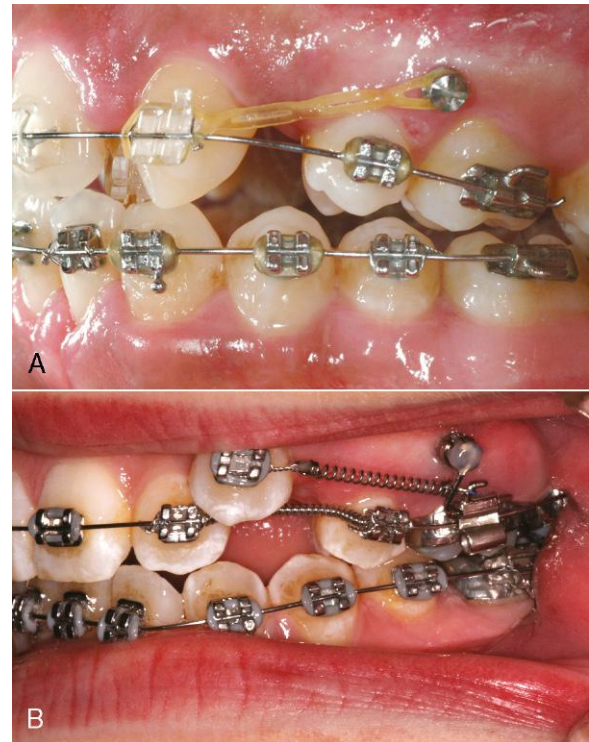


FIGURA 14-7 Cuando el anclaje resulta crucial para retraer los caninos y poder alinear los incisivos, la mejor manera de obtener el espacio necesario es colocando tornillos óseos en el proceso alveolar entre las raíces de los molares y los premolares. **A.** El anclaje puede ser directo, mediante el uso de una cadena elastomérica o un resorte de NiTi desde el tornillo óseo para proporcionar la fuerza para retraer los caninos o **(B)** indirecto, mediante una fijación desde el tornillo óseo al primer molar para impedir que esos dientes avancen cuando se use una fijación a los dientes posteriores para retraer el canino.

través de los premolares. Aun así, este tipo de expansión de la arcada conlleva el riesgo de desplazar los incisivos en sentido vestibular y, por consiguiente, no está indicado en caso de apiñamiento grave a menos que se desee acentuar la protrusión de los incisivos.

Otra opción consiste en obviar los brackets de los dientes que están apiñados lingualmente y colocar muelles sobre el arco de alambre de A-NiTi para generar espacio (v. fig. 14-3, D). En este caso, el arco de alambre debe tener libertad para deslizarse y avanzar por los tubos molares, y debe ser ligeramente alargado en un primer momento para que no se salga completamente de los tubos. Los muelles deben generar una fuerza muy leve para no deformar el arco, aunque es un error muy común pensar que esa fuerza es tan ligera que los incisivos no se proclinarán. Lo harán, igual que hacen cuando se utilizan topes adelantados. Es importante señalar que cuando el apiñamiento es muy asimétrico, es necesario modificar esta técnica tal como se describe a continuación.

Apiñamiento asimétrico

Cuando todo o casi todo el apiñamiento se concentra en una zona, lo que se necesita es un arco de alambre que sea rígido allí donde los dientes ya están alineados, y bastante elástico donde no lo estén. En este mundo no hay nada que sea perfecto

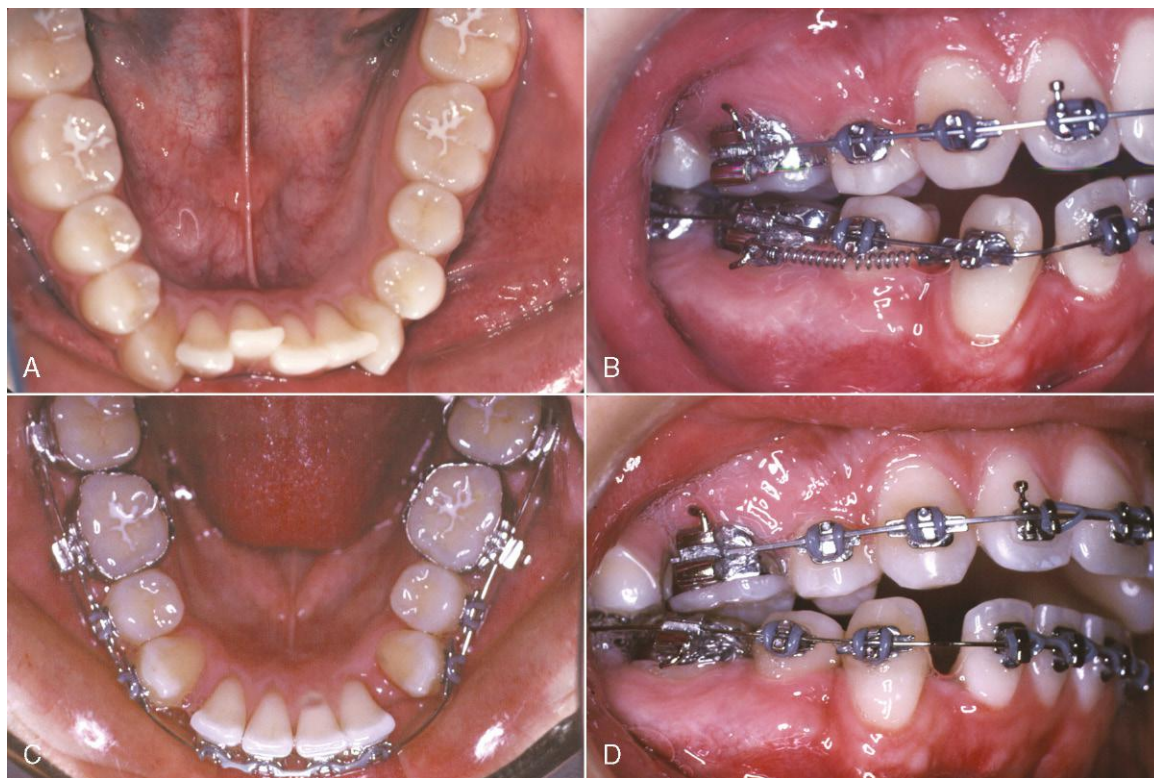


FIGURA 14-8 Alineación de unos incisivos inferiores muy apiñados con el equivalente superelástico del «bucle de arrastre» original. **A.** Fotografía oclusal obtenida antes del tratamiento. **B.** Retracción del canino con muelles superelásticos que suministran 75 g de fuerza, y alineación de los incisivos con un alambre de NiTi superelástico que incorpora una curva de Spee inversa muy acentuada y genera una fuerza de 50 g. **C y D.** Retracción del canino y alineación del incisivo, después de 5 meses de tratamiento.

y carezca de inconvenientes, y la elasticidad exagerada de un alambre superelástico implica que si se liga a una arcada asimétricamente mal alineada, moverá los dientes más alejados de la zona de la irregularidad. Un canino impactado es el mejor ejemplo de mala alineación asimétrica. Esta anomalía se comenta con detalle más adelante, pero es fácil comprender que si se liga un alambre superelástico continuo al diente impactado, así como al incisivo lateral y al premolar contiguos, el incisivo y el premolar se inclinarán hacia el espacio del canino en la misma medida que el canino se haya movido hacia la posición correcta. Lo mismo sucede si un incisivo lateral está bloqueado fuera de la arcada y hay que devolverlo a su posición; si se utiliza un alambre superelástico para alinearlos, el canino y el incisivo central contiguos se moverán más de lo que cabría desear.

Es fácil añadir un alambre superelástico de diámetro reducido a modo de resorte auxiliar, de manera que se pueda ligar un arco rígido principal (de acero de 16 o 18 mil) a todos los dientes, excepto al desplazado (o los dos desplazados: este mismo sistema funciona con segmentos pequeños de dos dientes). Es posible tender un segmento de NiTi superelástico en los brackets por encima del arco principal, o ligarlo bajo los brackets de los dientes de anclaje, o bien ligarlo al bracket del diente desplazado (fig. 14-9). Algunos brackets actuales disponen de un tubo horizontal accesorio para este propósito (v. fig. 10-35). Con esta disposición, el alambre de NiTi suministra la ligera fuerza necesaria para alinear el diente desplazado, y la fuerza recíproca se distribuye por el resto de los dientes. El resultado

es un movimiento eficaz del diente desplazado, al tiempo que se mantiene perfectamente la forma de la arcada. Cuando el diente desplazado casi ha alcanzado su posición óptima, puede retirarse el arco de base de acero y ligar el auxiliar de NiTi a las ranuras de los brackets.

El alambre superelástico tiene dos ventajas al ser utilizado como auxiliar de un alambre rígido de acero: controla la tendencia a distorsionar la forma del arco y ejerce una fuerza ligera sobre el diente que se va a mover. A pesar de que en la ortodoncia moderna se recomienda el uso de este tipo de alambres, sería especialmente importante su uso para pacientes adultos con pérdida de hueso alveolar y un área menor para el ligamento periodontal.

CORRECCIÓN DE LA MORDIDA CRUZADA

Es importante corregir las mordidas cruzadas posteriores y las mordidas cruzadas anteriores leves (uno o dos dientes desplazados) durante la primera fase del tratamiento. Por el contrario, las mordidas cruzadas anteriores graves (todos los dientes) no suelen corregirse hasta la segunda fase del tratamiento convencional, o puede esperarse a su corrección quirúrgica. En ambos tipos de mordidas cruzadas es muy importante distinguir correctamente entre los problemas esqueléticos y los dentales, así como valorar la gravedad del problema. En los capítulos 6 y 7 se comentan

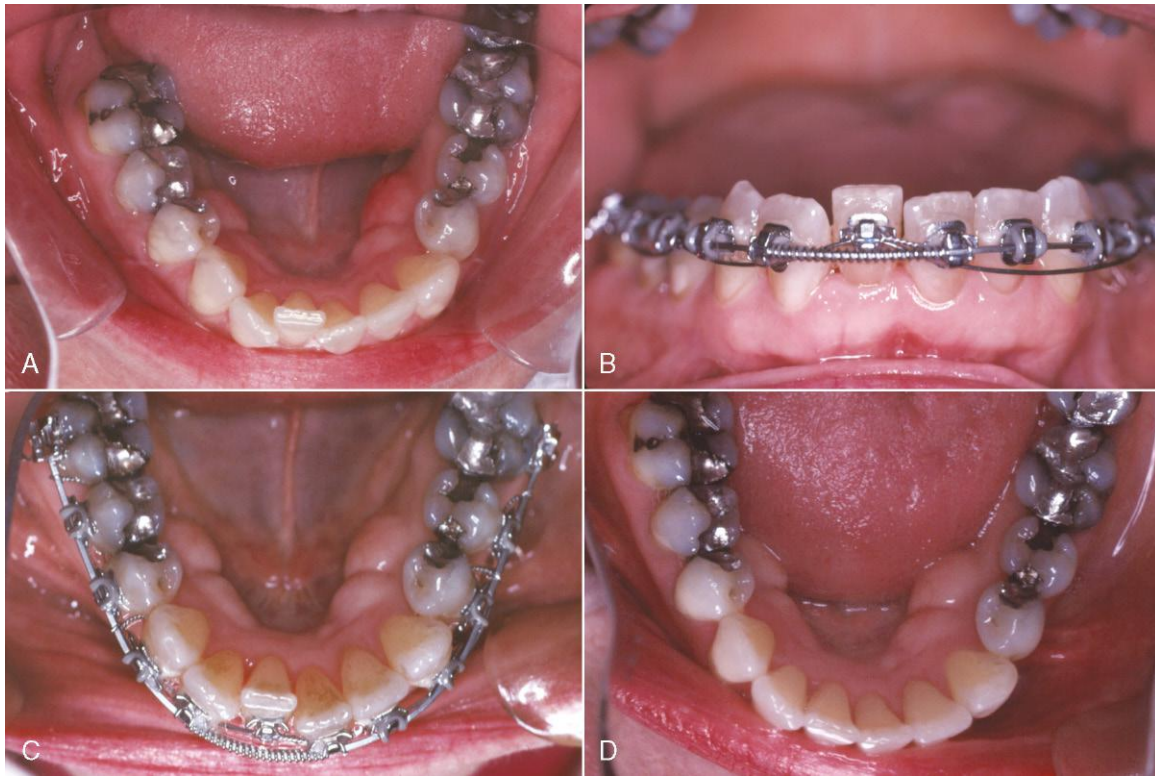


FIGURA 14-9 Uso de un alambre superelástico auxiliar para alinear los incisivos en un paciente con apiñamiento asimétrico. **A.** El apiñamiento se expresa fundamentalmente en forma de desplazamiento de un incisivo lateral inferior en un adulto con pérdida ósea periodontal, en el que era muy importante utilizar una fuerza muy leve. **B y C.** Una vez abierto el espacio para el incisivo lateral derecho, se ligó un segmento de alambre superelástico por debajo del bracket para llevar al incisivo lateral a su posición, mientras que se mantuvo la forma de la arcada con un alambre muy pesado en la ranura del bracket. **D.** Alineación terminada. Este método permite el uso de una fuerza óptima sobre el diente que se va a mover y distribuye la fuerza de reacción sobre el resto de los dientes de la arcada.

las correspondientes fases del diagnóstico. Aquí asumimos que se ha elegido el tratamiento más adecuado, y analizamos exclusivamente la aplicación de un plan de tratamiento basado en el diagnóstico diferencial.

Dientes individuales desplazados en mordida cruzada anterior

La mordida cruzada anterior de uno o dos dientes casi siempre representa un signo de apiñamiento grave (fig. 14-10) y se produce, por lo general, cuando unos incisivos laterales superiores, colocados inicialmente en una posición ligeramente palatinizada, se desplazan aún más en ese sentido por la falta de espacio. Para corregir la mordida cruzada hay que abrir primero espacio suficiente para los dientes desplazados, y después hay que moverlos a la posición correcta dentro de la arcada.

Las interferencias oclusales pueden dificultar esta maniobra. El paciente puede morder sobre los brackets de los dientes desplazados, y cuando los dientes se mueven «a través de la mordida», la fuerza oclusal tira de ellos en una dirección, mientras que el aparato ortodóncico tira en dirección contraria. Puede ser necesario utilizar provisionalmente una placa de mordida para separar los dientes posteriores y crear el espacio vertical necesario para que se puedan mover los dientes. Cuanto mayor sea el paciente, más necesaria será la placa de mordida. Durante el crecimiento acelerado del comienzo de la adolescencia, los

incisivos bloqueados en una mordida cruzada anterior a menudo pueden corregirse sin una placa, que probablemente será necesaria en etapas posteriores.

Expansión transversal del maxilar mediante la apertura de la sutura palatina media

Resulta relativamente fácil ensanchar el maxilar abriendo la sutura palatina media antes de la adolescencia y durante la misma, pero esto es cada vez más difícil según va creciendo el paciente al aumentar la imbricación de las suturas que se quieren abrir (v. fig. 8-30).

Los pacientes que son candidatos a la apertura de la sutura palatina media pueden tener un apiñamiento tan acusado que, incluso con este tipo de expansión, siguen necesitando la extracción de los premolares. No obstante, la separación de la sutura debe ser la primera parte del tratamiento de estos pacientes, antes de proceder a las extracciones o la alineación. Para la expansión lateral se necesitan los primeros premolares para el anclaje, y pueden servir para ello, aunque haya que extraerlos posteriormente; el espacio adicional proporcionado por la expansión lateral facilita la alineación.

En ocasiones, la expansión transversal del maxilar proporciona espacio suficiente para que no sea necesario recurrir a las extracciones, pero rara vez conviene emplear este tipo de expansión para tratar los problemas de alineación en un individuo que

ya tiene una anchura maxilar normal. La apertura de la sutura palatina media debe reservarse fundamentalmente para corregir la mordida cruzada esquelética, ampliando un maxilar estrecho para que alcance unas dimensiones normales.

En el capítulo 13 se detallan las técnicas utilizadas para expandir la sutura palatina media en la dentición mixta tardía o



FIGURA 14-10 Para corregir una mordida cruzada anterior dental, como la de este adulto joven, casi siempre hay que abrir espacio suficiente para el incisivo superior desplazado lingualmente, antes de intentar moverlo vestibularmente hacia la forma de la arcada. En este punto, suele ser necesario el uso de una placa de mordida para aumentar la dimensión vertical.

permanente precoz. En estos pacientes jóvenes se recomienda expandir lentamente, con una vuelta del tornillo (1/4 mm) cada 2 días, mejor que expandir rápidamente, ya que es más fisiológico e igualmente eficaz. Casi siempre es posible abrir la sutura (fig. 14-11) hasta los 15 años, aproximadamente (de edad esquelética). A partir de esa edad cada vez resulta más difícil producir las microfracturas necesarias para abrir la sutura. Por esa razón, se recomienda mayor activación rápida del tornillo de expansión en un primer momento para los pacientes más maduros. Existen más probabilidades de conseguir la expansión deseada de la sutura con dos vueltas iniciales y dos vueltas diarias hasta que se abre la sutura (a menudo, el paciente oye y siente cómo se separa). Es posible que en estos pacientes la expansión lenta solo produzca expansión dental. Si la sutura no se abre en 2-3 días con la activación rápida del tornillo, la única posibilidad consiste en la expansión asistida quirúrgicamente (v. capítulo 19).

A menudo, en la dentición mixta resulta más fácil colocar un expansor cementado que uno embandado, y puede elegirse el primero por esta razón. En la dentición permanente, la principal indicación para un expansor cementado es la expansión en un paciente que ya tiene una altura facial anterior excesiva.³ Por fuerza, un expansor cementado debe cubrir la superficie oclusal de los dientes posteriores, produciendo un efecto de placa de mordida, y esto reduce el riesgo de rotación posteroinferior del maxilar inferior durante la expansión (fig. 14-12). Un expansor embandado produce casi siempre alguna rotación mandibular debido a las interferencias oclusales que se producen al mover

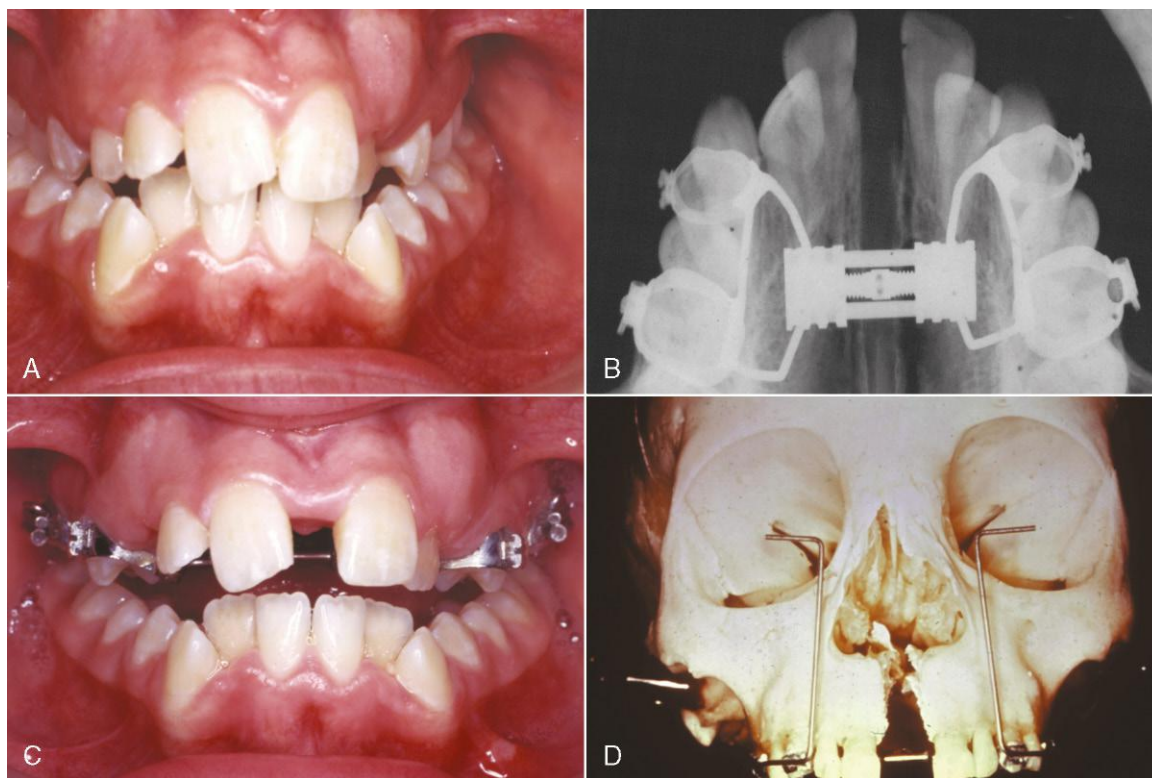


FIGURA 14-11 Para la expansión palatina en pacientes adolescentes se necesita una estructura rígida debido a las fuerzas tan intensas (de 1 a 2 kg para la expansión lenta, de 5 a 10 kg para la expansión rápida) que se generan. Los aparatos de expansión presentan un aspecto diferente (v. capítulo 13), pero producen resultados similares. **A.** Constricción maxilar grave que lleva a una mordida cruzada bilateral. **B y C.** Progreso con la expansión rápida en este paciente. Obsérvese la creación de un espacio entre los incisivos centrales a medida que la sutura se expande más anterior que posteriormente. **D.** Expansión en un cráneo que muestra cómo se abre el paladar como si existiera una bisagra en la base de la nariz.

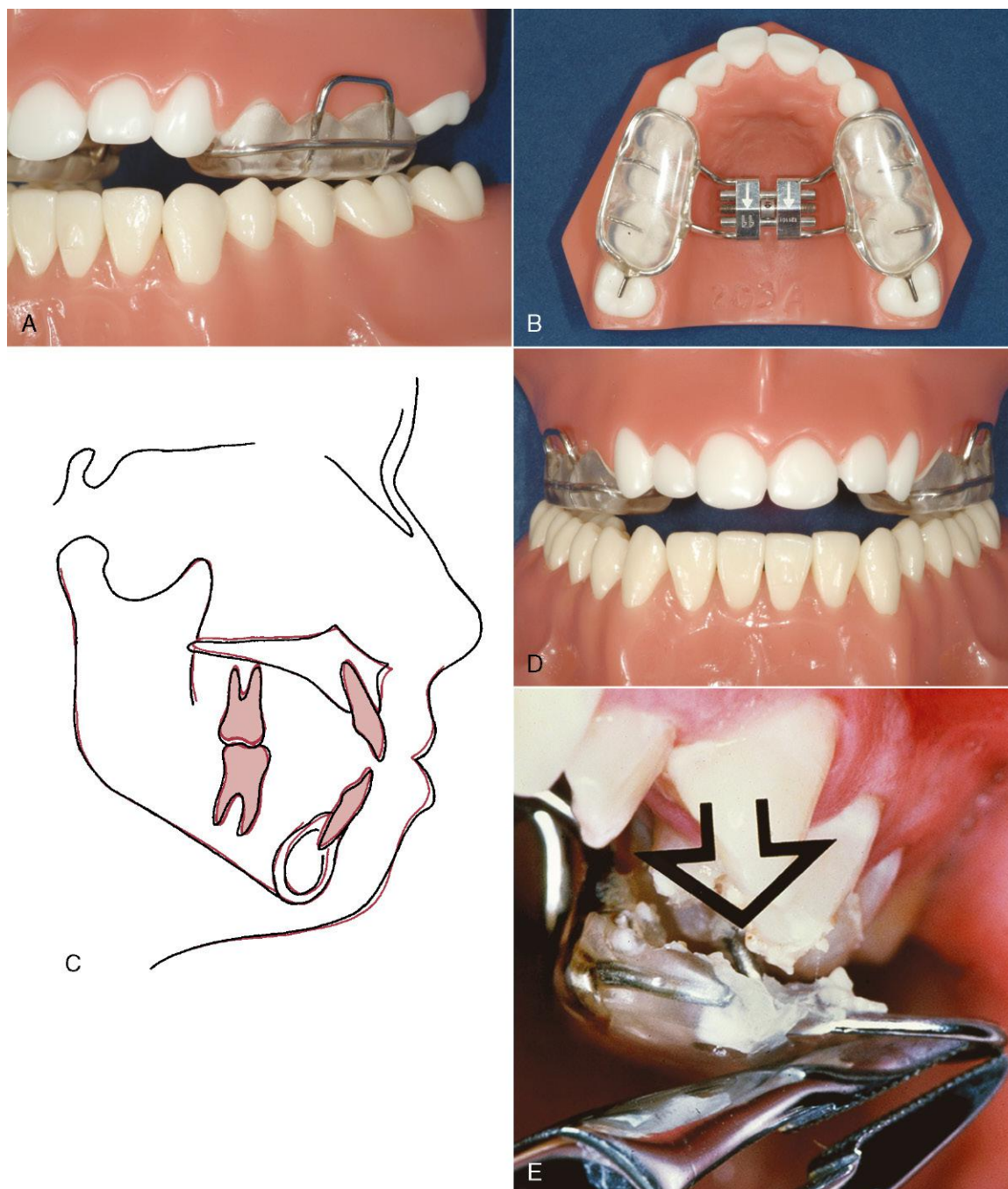


FIGURA 14-12 A y B. Un expansor cementado, mostrado aquí sobre un tipodonte, tiene dos ventajas potenciales sobre el expansor con bandas: 1) la fuerza oclusal contra el acrílico sobre los dientes posteriores reduce la cantidad de extrusión y rotación posteroinferior de la mandíbula que suele acompañar a la expansión maxilar (importante en pacientes con tendencia a cara larga), y 2) es más fácil de utilizar por niños en dentición mixta. C. Superposición cefalométrica antes y después de la expansión, que muestra la escasa rotación mandibular que se produce cuando se emplea un dispositivo de este tipo. D y E. La extracción de un aparato adherido de este tipo es más fácil si se incluyen en el mismo bucles que se puedan sujetar y retorcer.

los dientes, y esto sería ideal en un paciente con la cara corta. En pacientes con una altura facial normal se puede usar cualquier tipo de expansor sin preocuparse demasiado de la rotación mandibular.

Corrección de las mordidas cruzadas dentales posteriores

Existen tres opciones para la corrección de las mordidas cruzadas dentales menos acentuadas: un grueso arco de expansión labial, como el de la figura 14-13, un arco lingual de expansión, o elásticos cruzados. Aunque en teoría se pueden usar aparatos de quita y pon, no son compatibles con el tratamiento general y deben reservarse para el período de dentición mixta o para el tratamiento coadyuvante.

Por supuesto, el arco interior de un arco facial es también un arco labial muy grueso, y una forma adecuada de expandir los molares superiores en un paciente que lleve casquete es aprovechando la expansión de este arco interior. Esta expansión es casi siempre necesaria en pacientes con unas relaciones molares de clase II, que tienen un arco superior demasiado estrecho para adaptarse al arco mandibular cuando este avanza hacia una relación correcta debido a que los molares superiores están inclinados hacia palatino. Solo hay que ajustar el arco interior en cada visita para asegurarse de que queda ligeramente más ancho que los tubos del casquete y de que el paciente puede comprimirlo al colocarse el arco facial. Si no se desea la fuerza distal de un casquete, el efecto expansor solo puede corregirse con un arco labial auxiliar de alambre fuerte. Sin embargo, el alambre redondo ejerce sobre los tubos del casquete el efecto de inclinar hacia fuera las coronas; por consiguiente, este método debe reservarse para los pacientes cuyos molares están inclinados lingualmente.

Un arco lingual transpalatino de expansión debe tener alguna elasticidad y rango de acción. En general, cuanto más flexible sea un arco lingual, mejor será para el movimiento dental pero menos potenciará la estabilidad del anclaje, lo que puede ser un factor importante en pacientes adolescentes y adultos. Si no nos preocupa el anclaje, un arco lingual muy flexible (como el Quad hélix comentado en el capítulo 12) será una elección excelente.



FIGURA 14-13 Se puede usar un arco de alambre labial grueso (normalmente de acero de 36 o 40 mil) colocado en los tubos del casquete de los primeros molares para una pequeña cantidad de expansión y para mantener la anchura del arco después de abrir la sutura palatina, mientras se alinean los dientes. Este método es más compatible con el tratamiento con aparatos fijos que un retenedor de quita y pon, y no depende de la cooperación del paciente. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*. St. Louis: Mosby; 2003.)

Sin embargo, cuando se necesita el arco lingual para la expansión y el anclaje, las opciones son un alambre de acero de 36 mil con un bucle de ajuste, o el nuevo sistema que permite utilizar alambre de acero o de TMA de 32×32 (fig. 14-14).

La tercera posibilidad para la expansión dental consiste en el empleo de elásticos cruzados, que normalmente van desde la parte lingual del molar superior a la bucal del molar inferior (fig. 14-15). Estos elásticos son muy eficaces, pero hay que tener en cuenta su gran componente extrusivo. En general, los adolescentes pueden usar elásticos cruzados durante períodos cortos, ya que cualquier posible extrusión se ve compensada por el crecimiento vertical de la rama mandibular, pero en pacientes adultos deben utilizarse con mucha precaución o no utilizarse. Al corregir una mordida cruzada posterior, hay una tendencia a rotar la mandíbula hacia abajo y hacia atrás, aunque no se empleen elásticos cruzados. Los elásticos acentúan esta tendencia.

Si los dientes están fuertemente encajados en una relación de mordida cruzada, se puede facilitar y acelerar la corrección usando una placa de mordida para separarlos verticalmente. Rara vez hay que usar este método en niños y adolescentes jóvenes. El empleo de una placa de mordida durante la expansión transversal indica que la elongación de los dientes posteriores y la rotación posteroinferior de la mandíbula son resultados aceptables.

DIENTES IMPACTADOS O SIN ERUPCIONAR

Al hacer emerger al arco dental un diente impactado o sin erupcionar se produce una serie de problemas especiales durante la alineación. El problema más frecuente de este tipo es la impacción de uno o ambos caninos superiores, pero en ocasiones es necesario hacer emerger otros dientes al arco dental, y se utilizan las mismas técnicas para los incisivos, los caninos y los premolares. La impacción de los segundos molares inferiores representa un problema diferente y se comenta en otra sección.

Las posibilidades de tratamiento de un diente sin erupcionar pueden clasificarse en tres categorías: 1) exposición quirúrgica; 2) anclaje al diente, y 3) mecanoterapia ortodóncica para sacar el diente al arco dental.

Exposición quirúrgica

Evidentemente, antes de la intervención quirúrgica para exponer un diente sin erupcionar, es importante saber con alguna exactitud dónde se localiza. Esta es una de las indicaciones actuales para la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) con campo de visión reducido (CVR), a no ser que esté indicado un campo de visión más amplio (fundamentalmente por una asimetría maxilar).^{4,5} Los métodos radiológicos convencionales, una combinación de la radiografía panorámica y una radiografía oclusal (el método de paralaje vertical) o de varias radiografías periapicales (el método de desviación lateral del cono) requieren una exposición a la radiación muy parecida y proporcionan mucha menos información (v. capítulo 7). A menudo, con una imagen de TCHC se puede ver que antes de poder hacer bajar un canino impactado a su posición en la arcada dental habrá que alejarlo de las raíces del incisivo



FIGURA 14-14 A y B. Arco lingual de estabilización mandibular. Es más fácil insertar un arco lingual pesado de este tipo desde la parte distal de un tubo horizontal en las bandas de los primeros molares. Obsérvese que el arco lingual se contornea más allá de los incisivos, de manera que no interfiere con la alineación y los retruye. C y D. Un arco lingual maxilar puede ser activo (típicamente para rotar los molares maxilares) o pasivo (para la estabilización). Puede colocarse un arco lingual activo en un tubo horizontal o ligarse en un bracket especial de los molares, como se muestra aquí. La ligadura en un bracket hace más fácil retirar y ajustar el arco lingual, pero con el tiempo la hiperplasia gingival puede hacer difícil volver a ligarlo.



FIGURA 14-15 Elásticos cruzados entre el lado lingual de los molares superiores y el bucal de los molares inferiores. Los elásticos cruzados son un medio muy eficaz para corregir las relaciones dentales transversales, pero también producen extrusión dental (un efecto que se debe tener en cuenta).

central o lateral; una información que puede alterar los planes de tratamiento y no era posible obtener con los métodos radiológicos preexistentes.

Es importante que un diente erupcione a través de la encía adherida, no de la mucosa alveolar, y este es un factor que hay

que considerar al planificar la exposición de un diente sin erupcionar. Si el canino está en posición labial y al sondarlo se comprueba que la corona no está cubierta por tejido adherido, se puede exponer la corona con un láser (fig. 14-16). Si el diente sin erupcionar está en una posición más apical de la arcada inferior o en la parte labial del proceso alveolar superior, hay que reflejar un colgajo de la cresta del alvéolo y suturarlo para transferir encía adherida a la región en la que se ha expuesto la corona (v. fig. 11-33). Si no se procede así y se extrae el diente a través de la mucosa alveolar, es bastante probable que el tejido se desprenda de la corona y deje un borde gingival antiestético y con problemas periodontales.⁶ Si el canino ocupa una posición labial muy alta, se puede abrir un túnel en lugar de levantar un colgajo. Si el diente sin erupcionar está en el lado palatino, es poco probable que haya problemas parecidos con la gruesa mucosa palatina, y se puede optar por una exposición abierta.

En ocasiones, un diente erupcionarán sin ningún problema hacia su posición correcta después de haber eliminado los obstáculos a la erupción mediante la exposición quirúrgica, y convendrá entonces posponer la tracción ortodóncica de los caninos impactados en el paladar con las raíces incompletas, aunque raras veces se observa un movimiento espontáneo favorable una vez que ha concluido la formación de las raíces. En esos momentos, incluso un diente orientado en la dirección correcta suele necesitar tracción ortodóncica para llevarlo a su posición.

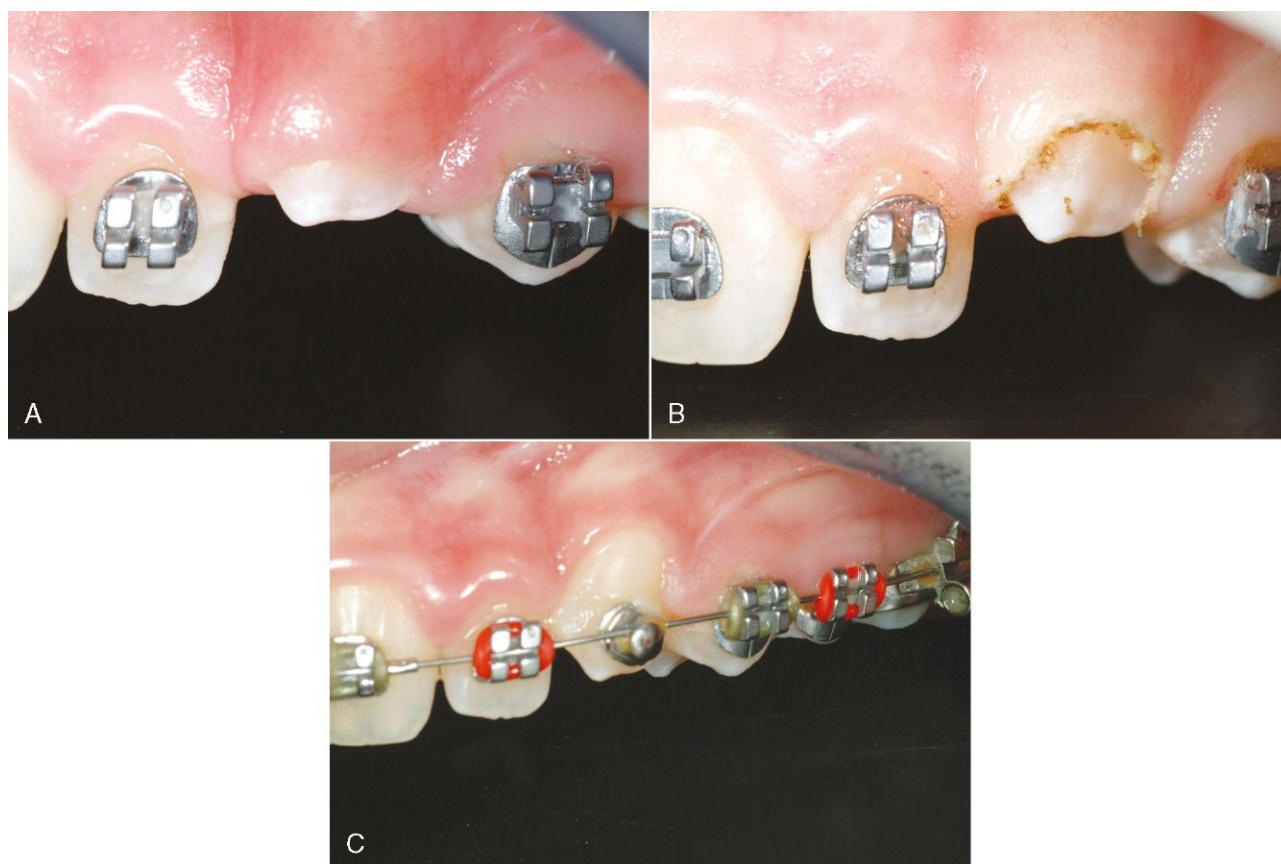


FIGURA 14-16 Si un canino impactado se localiza en el lado labial, se puede utilizar un láser de diodos para eliminar tejido y exponer la corona para cementar un anclaje. **A.** El canino permanente erupcionó lentamente. Al sondar se comprobó que se podían exponer 4 mm de la corona sin violar la anchura biológica del aparato de inserción. **B.** Inmediatamente después de exponer la corona con un láser. **C.** El diente arrastrado al nivel oclusal con un alambre superelástico, listo para proceder a colocar un bracket en una posición ideal.

Método de anclaje

El mejor método actual consiste en cementar directamente un anclaje de cualquier tipo a una zona expuesta de la corona. En muchos casos, es mejor utilizar un botón o un gancho en lugar de un bracket convencional, debido a su menor tamaño. A continuación, si el diente va a quedar cubierto al recolocar el colgajo, se liga un segmento de cadena de oro muy fina al anclaje, y antes de recolocar el colgajo y suturarlo en su posición se coloca la cadena de manera que salga a la boca. Una cadena es mucho más fácil de fijar que una ligadura de alambre. Antes de la adhesión directa, se colocaba a veces una aguja en un agujero preparado en la corona de un diente sin erupcionar, y esta sigue siendo una opción viable en circunstancias especiales.

La forma menos deseable de conseguir anclaje para el cirujano consiste en colocar una ligadura de alambre alrededor de la corona del diente impactado. Esto conlleva inevitablemente una pérdida de inserción periodontal debido a que el hueso que se destruye al pasar el alambre alrededor del diente no se regenera al retirar este último, con el consiguiente riesgo de anquilosis. En ocasiones no existe ninguna alternativa viable, pero las ligaduras de alambre deben evitarse siempre que sea posible.

Métodos mecánicos para alinear dientes sin erupcionar

La tracción ortodóncica para mover un diente sin erupcionar lejos de otras raíces de dientes permanentes, si es necesario, y luego hacia la línea del arco dental debe comenzar tan pronto como sea posible tras la intervención quirúrgica. De ser posible, debería haberse colocado un aparato fijo antes de dejar al descubierto el diente sin erupcionar, para poder aplicar inmediatamente la fuerza ortodóncica. Si esto no es viable, el movimiento ortodóncico activo no debe demorarse más de 2-3 semanas tras la cirugía.

Esto significa que para un canino labial impactado el tratamiento ortodóncico para abrir espacio para el diente, sin erupcionar y estabilizar el resto de la arcada dental, debe comenzar antes de la exposición quirúrgica. En este caso, los objetivos del tratamiento ortodóncico prequirúrgico son la creación de suficiente espacio si no existe, como suele suceder, y la alineación de los demás dientes para tener colocado un arco estabilizador de alambre fuerte (al menos de acero de 18 mil, preferiblemente rectangular) en el momento de la cirugía. De este modo se podrá iniciar inmediatamente el tratamiento ortodóncico posquirúrgico. En el caso de un canino impactado en el paladar, la exposición abierta suele favorecer una deriva descendente,

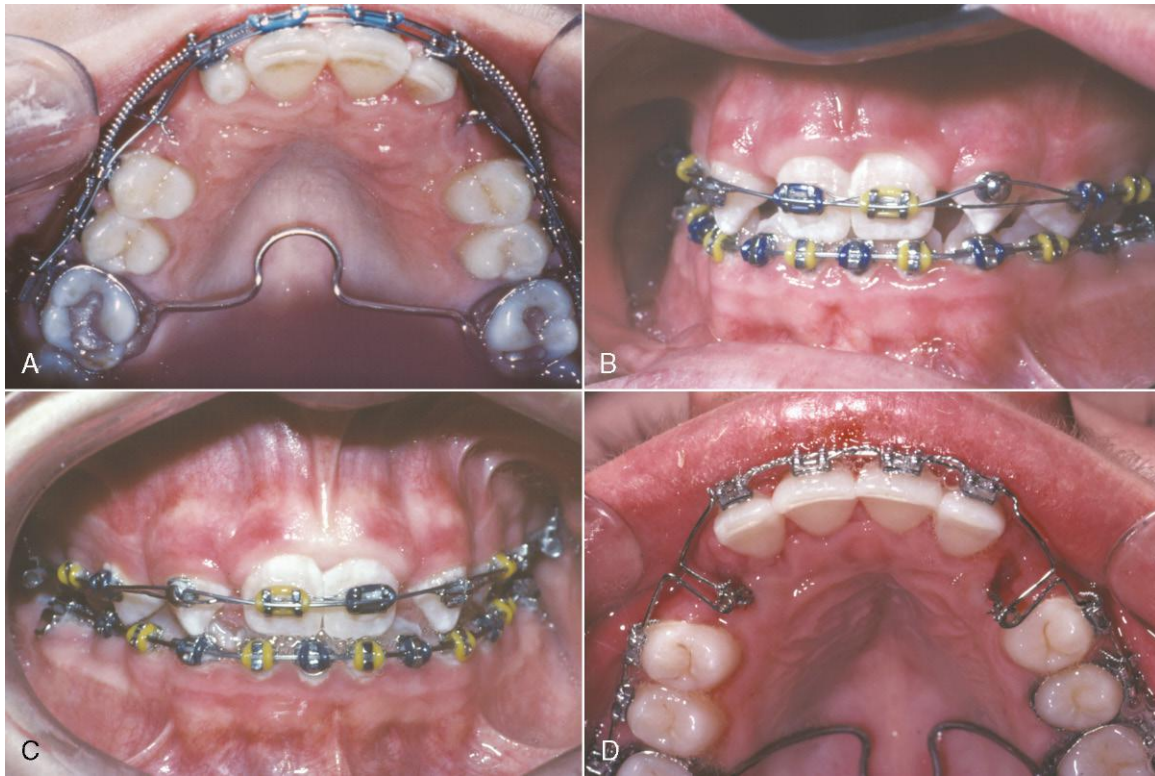


FIGURA 14-17 **A.** En este paciente con los caninos maxilares bilaterales impactados palatinizados se ha colocado un arco lingual soldado para controlar mejor el anclaje; una vez abierto el espacio para los caninos, está en posición un arco labial pesado. A los anclajes se une un alambre de A-NiTi auxiliar (preferiblemente, un segmento de cadena de oro). En el momento en que se exponen los caninos, se cementan sobre ellos los anclajes. **B.** Progreso en el mismo paciente, con el alambre auxiliar de A-NiTi colocado sobre un botón cementado en la superficie labial del canino después de haber sido extruido lo suficiente para poder hacerlo. **C.** Cuando el diente está suficientemente elongado, se sustituye el botón por un bracket estándar de caninos y se termina la alineación. **D.** Un resorte vertical unido a un arco de acero de 14 mil es un método alternativo para bajar y extruir un canino impactado. El resorte es un bucle de alambre que mira hacia abajo antes de la activación y que se rota 90° para anclarse al diente o dientes impactados. Este método es eficaz, pero menos eficiente que el uso de un alambre auxiliar superelástico.

por lo que en muchos de estos pacientes se puede posponer el tratamiento activo inmediato.

Como ya hemos indicado, un diente sin erupcionar es un ejemplo extremo de un problema de alineación asimétrica con un diente alejado de la línea de oclusión. Es mucho mejor utilizar un alambre auxiliar de NiTi superpuesto al arco estabilizador, como se recomendó anteriormente para otros casos de alineación asimétrica (fig. 14-17), que en la actualidad suele ser la forma más eficaz para colocar correctamente un diente impactado. Entre las numerosas alternativas se encuentra un resorte de alineación especial, que vaya soldado a un arco de alambre grueso o ligado a un arco de alambre ligero, o un resorte en extensión desde el tubo auxiliar del primer molar.

Otra posibilidad, el empleo de la fuerza magnética para iniciar la movilización de un diente sin erupcionar, resulta especialmente atractiva para un paciente al que le faltan otros dientes en la arcada maxilar debido a que no se requiere conexión mecánica. Con esta técnica se cementa un pequeño imán al diente maxilar sin erupcionar y se coloca un imán grande de atracción en el interior del aparato de quita y pon que cubre el paladar (fig. 14-18). Por desgracia, el éxito del tratamiento depende por completo de la cooperación del paciente a la hora de ponerse el aparato de quita y pon con el imán intraoral todo el tiempo.

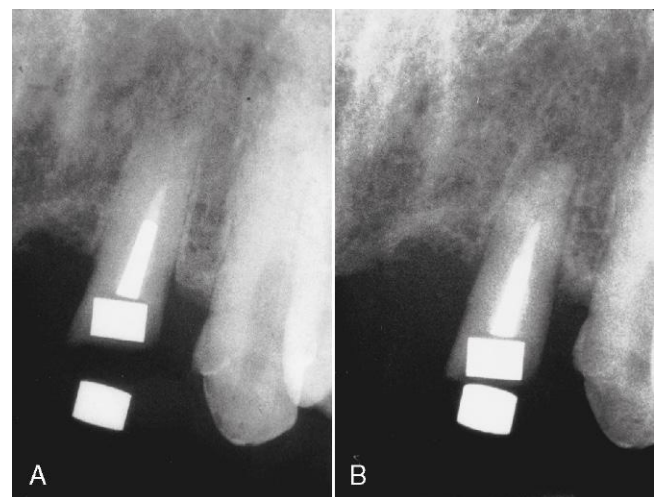


FIGURA 14-18 **A y B.** Uso de imanes para la atracción, uno colocado en la raíz de un premolar fracturado y el otro en una placa de quita y pon, para elongar un diente fracturado de manera que se pueda restaurar su corona. (Tomado de Sandler JP. Am J Orthod Dentofac Orthop 100: 489-493, 1991.)

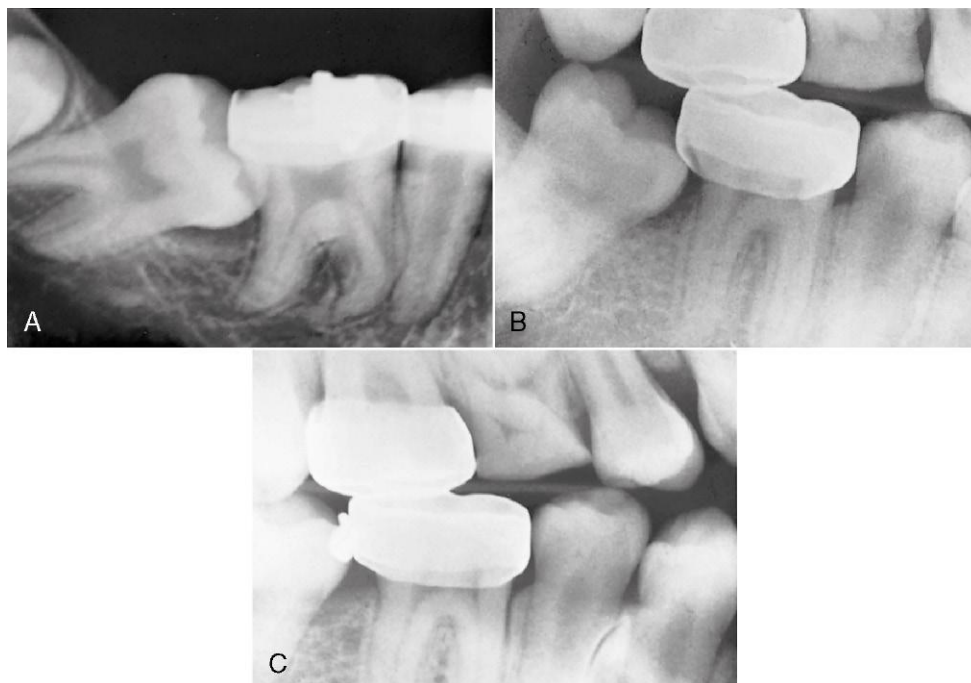


FIGURA 14-19 **A.** Imagen radiográfica de un segundo molar inferior impactado en un paciente de 16 años. Para enderezar el diente desde esta posición se requiere la exposición quirúrgica de una porción de la superficie vestibular de la corona y la adhesión de un anclaje (si es posible, un tubo), de manera que se pueda utilizar un resorte para inclinarlo distalmente y alinearlo en la arcada. **B.** Para un segundo molar impactado en la banda de un primer molar, el abordaje más sencillo consiste en enderezarlo utilizando un alambre de cobre de 20 mil ajustado alrededor del contacto. Normalmente es necesario anestesiarse la zona para colocar un separador de este tipo. **C.** Enderezamiento y distalización conseguidos con el separador de alambre de cobre (mismo paciente que el de la parte **B**). El gancho de resorte (un tipo se vende como el resorte de desimpactación de Arkansas) puede emplearse de la misma manera, pero tanto el resorte de cobre como el gancho de resorte son eficaces solo para un enderezamiento molar mínimo.

La anquilosis de un diente impactado es siempre un problema potencial. Si se produce una zona de fusión con el hueso adyacente, es imposible movilizar el diente sin erupcionar, y se produce el desplazamiento de los dientes de anclaje. En ocasiones, un diente sin erupcionar empieza a moverse y a continuación se anquilosa, sujeto aparentemente por una pequeña zona de fusión. A veces, estos dientes pueden ser liberados para que puedan seguir moviéndose mediante una ligera luxación bajo anestesia, para romper la zona anquilosada. Si se utiliza este método, es esencial aplicar la fuerza ortodóncica inmediatamente después de la luxación, ya que es solo cuestión de tiempo que el diente se vuelva a anquilosar. No obstante, esta técnica nos permite a veces sacar al arco dental un diente que no se habría podido mover de otro modo.

Segundos molares inferiores impactados/ sin erupcionar

A diferencia de la impactación de la mayoría de los demás dientes, que plantea un problema obvio desde el comienzo del tratamiento, la impactación de los segundos molares inferiores suele producirse durante el tratamiento ortodóncico, cuando el reborde marginal mesial del segundo molar alcanza la superficie distal del primer molar o el borde de una banda molar, de manera que el segundo molar se va inclinando mesialmente de modo progresivo, en vez de erupcionar. La movilización posterior del primer molar durante la dentición mixta aumenta las probabilidades de que el segundo molar quede impactado, y se debe tener en cuenta esta posibilidad al emplear algún método para

incrementar la longitud del arco mandibular. En la actualidad, muchos médicos retrasan o evitan las bandas de los primeros molares inferiores debido a este riesgo.

Para corregir la impactación de un segundo molar hay que mover posteriormente y enderezar este diente (fig. 14-19). En la mayoría de los casos, si se puede desenganchar el borde marginal mesial, el diente erupcionará sin ayuda. Cuando el segundo molar no está demasiado inclinado, la solución más sencilla consiste en colocar un separador entre ambos dientes. Cuando el problema es más grave, se puede soldar un anclaje al segundo molar. Suele ser útil un muelle auxiliar (fig. 14-20) para alinear los segundos molares superior e inferior cuando erupcionan tarde durante el tratamiento ortodóncico. La forma más fácil de conseguirlo es utilizando un segmento de alambre de NiTi desde el tubo auxiliar del primer molar hasta el tubo del segundo molar. Suele preferirse el uso de un alambre rectangular de M-NiTi, normalmente de 16 × 22, que proporciona una fuerza ligera para alinear los segundos molares, mientras que un alambre más rígido y pesado permanece en su posición más anterior, que es mucho mejor que retroceder a un alambre redondo ligero para toda la arcada solo para alinear los segundos molares.

Otra posibilidad en adolescentes es el enderezamiento quirúrgico de los segundos molares impactados aprovechando el espacio creado cuando se extraen los terceros molares. En casos cuidadosamente seleccionados, este procedimiento funciona bastante bien. Se mantiene la vitalidad del segundo molar debido a que principalmente es rotado alrededor de los ápices radiculares y el defecto en mesial del diente enderezado se

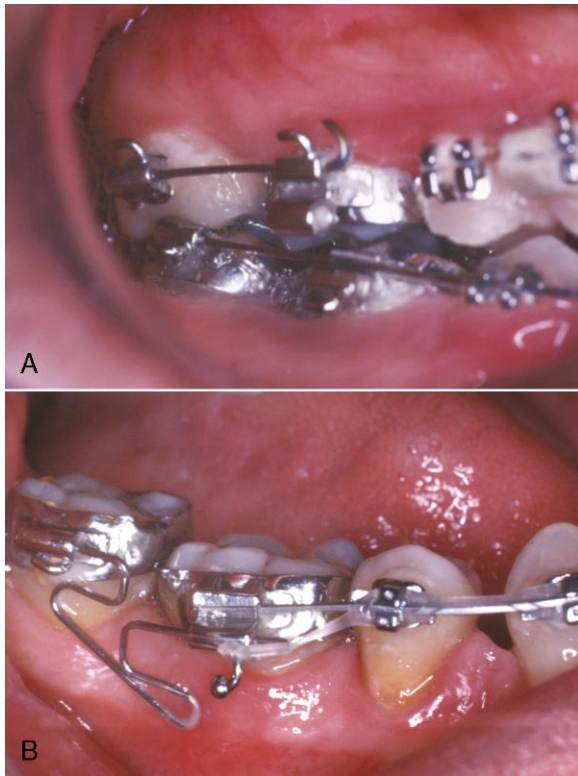


FIGURA 14-20 A menudo, cuando se embanda o se cementa un segundo molar relativamente tarde durante el tratamiento, conviene alinearlo con un alambre flexible y retener el resto de la arcada con un arco de alambre más grueso. **A.** Recolocación de un segundo molar superior con un segmento recto de alambre rectangular de A-NiTi que encaja en el tubo auxiliar del primer molar y en el tubo para el arco de alambre principal en el segundo molar. **B.** Recolocación de un segundo molar inferior con un segmento de alambre de acero que incluye un bucle que sale del tubo auxiliar del primer molar. En ambas arcadas, tras la recolocación se puede extender un arco de alambre continuo al segundo molar.

rellena con hueso de la misma manera que cuando se realiza un enderezamiento ortodóncico (fig. 14-21).⁷ El resultado es mejor cuando queda algo de crecimiento vertical, lo que permite que el diente enderezado no permanezca elongado con respecto al primer molar.

CIERRE DE DIASTEMAS

A menudo, los diastemas de la línea media maxilar se ven complicados por la introducción del frenillo labial en una muesca del hueso alveolar, de modo que se forma una gruesa banda de tejido fibroso entre los incisivos centrales. En estos casos, para conseguir la corrección estable del diastema se requiere casi siempre la resección quirúrgica del tejido fibroso interdental y la reubicación del frenillo. La frenectomía debe realizarse de manera que produzca unos resultados estéticos satisfactorios, y coordinarse adecuadamente con el tratamiento ortodóncico.

Es un error proceder a la resección quirúrgica del frenillo y seguidamente postergar el tratamiento ortodóncico con la esperanza de que el diastema se cierre espontáneamente. Si se

resea el frenillo mientras todavía existe una separación entre los incisivos centrales, se forma un tejido cicatricial entre ambos dientes al curar la herida, y puede producirse un retraso, por lo que es más difícil que antes cerrar el espacio.

Es mejor alinear los dientes antes de la frenectomía. Suele ser mejor deslizarlos juntos a lo largo de un arco de alambre que usar un bucle de cierre, ya que un bucle es alto y tocará e irritará el frenillo. Si el diastema es relativamente pequeño, suele ser posible juntar completamente los incisivos centrales antes de la cirugía (fig. 14-22). Si la separación es amplia y el frenillo tiene una inserción muy gruesa, puede que no sea posible cerrar completamente la separación antes de la intervención quirúrgica. El espacio debe cerrarse al menos parcialmente, y debe reanudarse la movilización ortodóncica para juntar los dientes justo después de la frenectomía, para poder unir estos con rapidez tras la intervención. Cuando se utiliza esta técnica, la curación se produce con los dientes juntos, y el inevitable tejido cicatricial posquirúrgico estabiliza los dientes en la posición correcta en lugar de crear obstáculos al cierre final de la separación.

La clave del tratamiento quirúrgico radica en la resección del tejido fibroso interdental. No es necesario (y de hecho, es indeseable) resecar una parte importante del frenillo. Por el contrario, se practica una sencilla incisión para poder acceder a la zona interdental, se reseca la conexión fibrosa con el hueso y seguidamente se sutura el frenillo a un nivel más alto.⁸

Los diastemas de la línea media maxilar tienden a recidivar, independientemente del cuidado con que se trate inicialmente la separación. La retícula de fibras gingivales elásticas no suele cruzar la línea media en estos pacientes, y la cirugía interrumpiría cualquier fibra que la cruzara. Debido a ello, en esta zona crítica falta el mecanismo normal que mantiene los dientes en contacto. Se recomienda el empleo de un retenedor fijo adherido (v. fig. 14-22, G).

NIVELACIÓN

El diseño de un arco de alambre para la nivelación dependerá de si se necesita la intrusión absoluta de los incisivos o si basta con una intrusión relativa. En el capítulo 7 se comenta este aspecto tan importante, y en los capítulos 8 y 9 se analizan las consideraciones biomecánicas relativas a la intrusión. Como regla general la intrusión relativa es bastante aceptable para adolescentes; la intrusión absoluta se utiliza en la mayoría de los pacientes que son demasiado mayores para que la intrusión relativa tenga éxito. La siguiente exposición asume que se ha tomado una decisión adecuada sobre el tipo de nivelación, y se centra en las técnicas tan diferentes que existen para la nivelación mediante la intrusión relativa (que en realidad consiste en su mayor parte en la elongación diferencial de los molares) en comparación con las de nivelación mediante la intrusión absoluta de los incisivos (fig. 14-23).

Nivelación por extrusión (intrusión relativa)

Este tipo de nivelación puede conseguirse por medio de arcos de alambre continuos, aplicando simplemente una curva de Spee exagerada al arco de alambre maxilar y una curva de Spee inversa

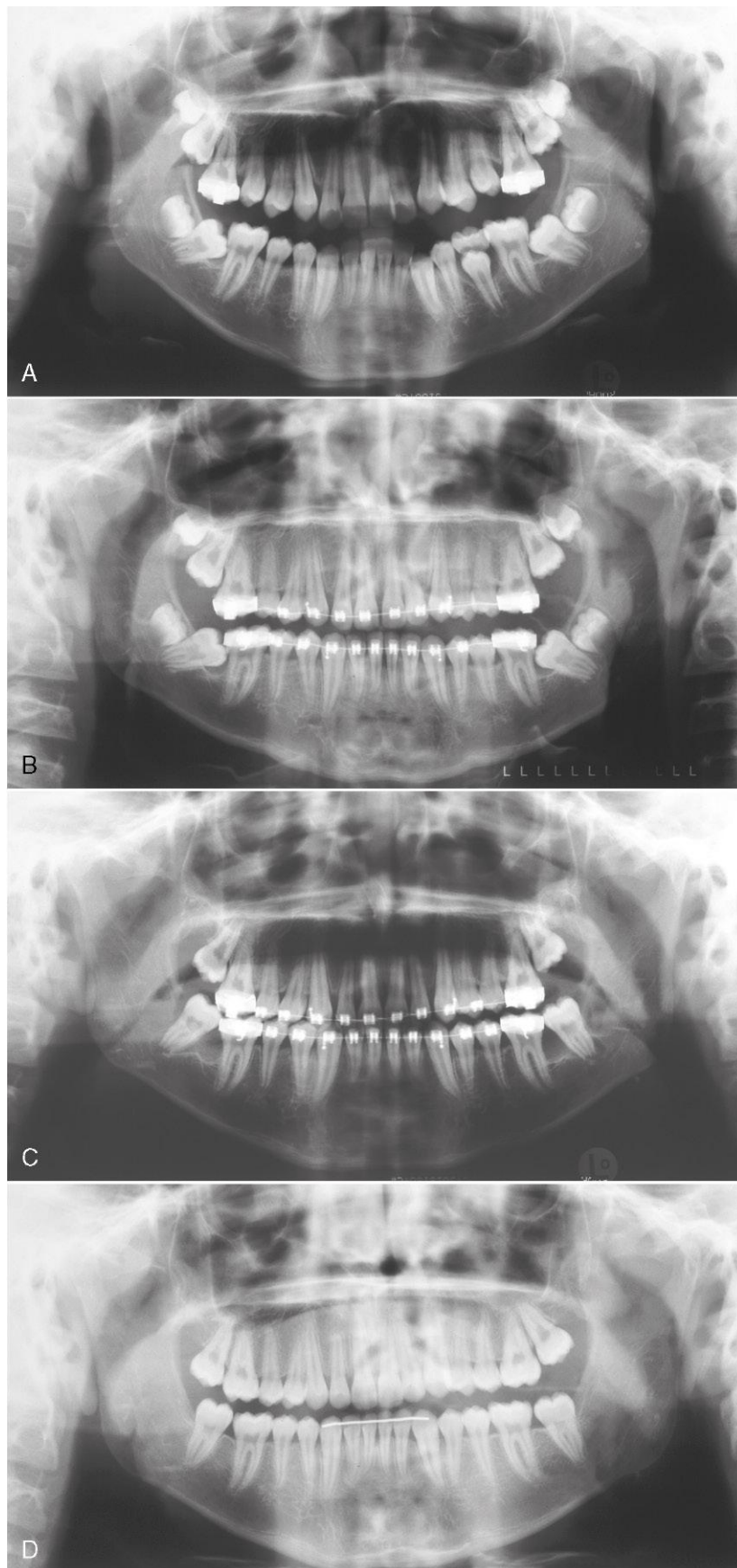


FIGURA 14-21 El enderezamiento quirúrgico de los segundos molares mandibulares impactados es, en ocasiones, la forma más sencilla de tratar las impactaciones más graves. **A.** A los 12 años, antes de perder los segundos molares temporales y con los segundos molares permanentes inclinados mesialmente contra los primeros molares. Los dientes en esta posición suelen enderezarse espontáneamente cuando los primeros molares se mesializan tras la pérdida de los molares temporales. **B.** A los 14 años, impactación grave 1 año después del comienzo del tratamiento ortodóncico. **C.** A los 14 años, tras el enderezamiento quirúrgico de los segundos molares, que han rotado alrededor del ápice radicular al espacio creado por la extracción de los terceros molares. Cuando se hace esto, no suele perderse la vitalidad pulpar. **D.** A los 16 años, una vez terminado el tratamiento ortodóncico. Obsérvese el excelente relleno óseo entre el primer y segundo molar.

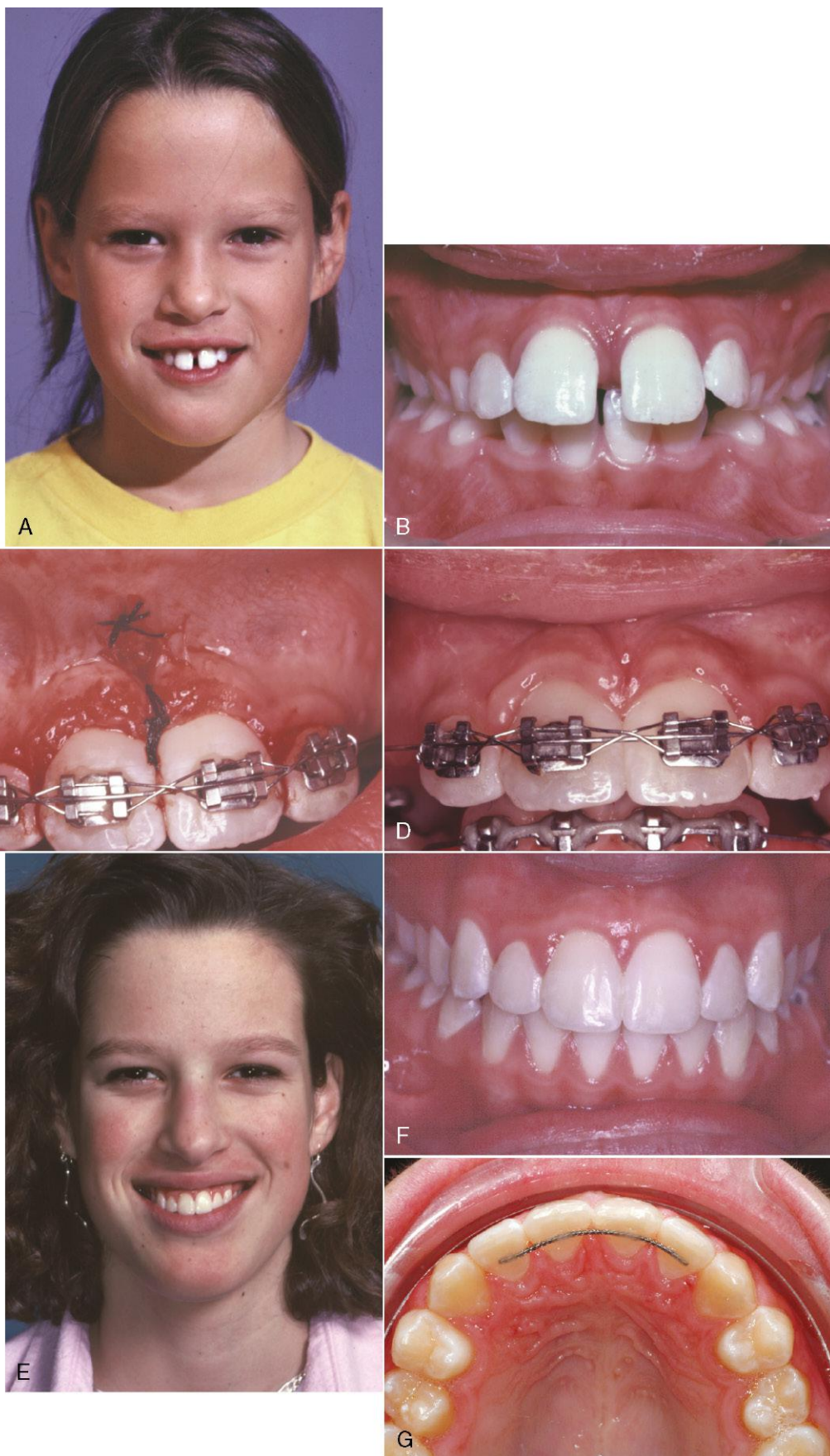


FIGURA 14-22 Tratamiento de un diastema de la línea media maxilar. **A.** Aspecto facial; se pueden ver los incisivos superiores prominentes sobre el labio inferior. **B.** Imagen intraoral antes del tratamiento. **C.** Dientes alineados y sujetos fuertemente con una ligadura de alambre en 8, antes de la frenectomía. **D.** Aspecto inmediatamente después de la frenectomía, para la que se ha utilizado la técnica conservadora propuesta por Edwards, en la que se practica una pequeña incisión para acceder a la zona interdental, se reseca la conexión fibrosa con el hueso y se sutura la inserción del frenillo a un nivel superior. **E.** Aspecto facial 2 años después de haber completado el tratamiento. **F.** Imagen intraoral 2 años después del tratamiento. **G.** Retenedor cementado, fabricado con alambre de acero trenzado de 0,0175. Es importante que el alambre sea bastante flexible y permita algún desplazamiento de los incisivos durante su función; si el alambre es rígido aumentan las probabilidades de que se afloje.

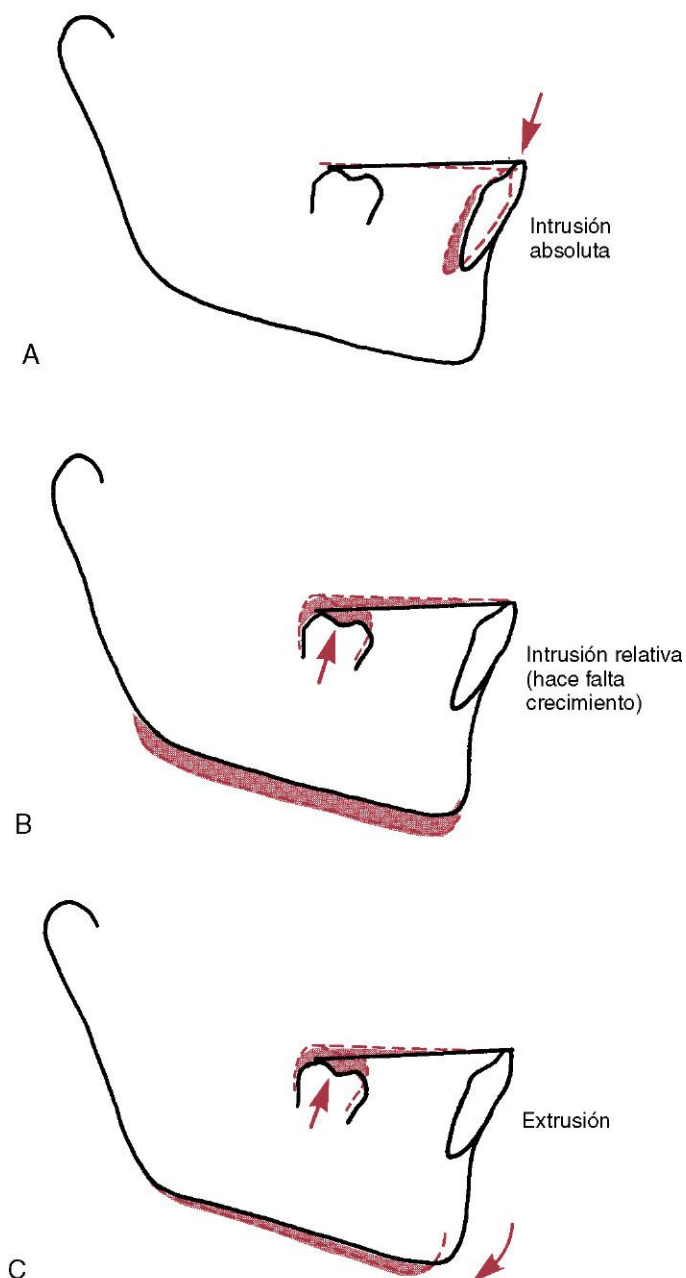


FIGURA 14-23 Existen tres posibles maneras de nivelar una arcada inferior con una curva de Spee excesiva: **(A)** intrusión absoluta; **(B)** intrusión relativa, conseguida impidiendo la erupción de los incisivos mientras que el crecimiento proporciona espacio vertical en el que erupcionen los dientes posteriores, y **(C)** extrusión de los dientes posteriores, que hace que la mandíbula rote posteroinferiormente en ausencia de crecimiento. Puede observarse que las diferencias entre **B** y **C** dependen de la rotación mandibular inferior. Esto viene determinado por si la rama sigue creciendo mientras se está produciendo el movimiento dentario.

al arco de alambre mandibular. En la mayoría de los casos, es necesario sustituir el arco inicial de alineación, muy resistente, por otro algo más rígido para completar la nivelación. La elección de los alambres para este tratamiento depende de si se utiliza el aparato de canto de ranura de 18 o 22.

Brackets estrechos con ranura de 18

Una vez completada la alineación preliminar, el segundo arco de alambre es casi siempre de acero de 16 mil, con una curva de Spee exagerada en el arco superior y una curva inversa en el arco inferior. En la mayoría de los casos, este sistema basta para completar la nivelación. Como alternativa se puede usar alambre de M-NiTi de 16 o 18 mil preformado por el fabricante con una curva muy exagerada. Se necesita una curva tan acusada para poder generar suficiente fuerza que esto puede provocar problemas si los pacientes no acuden a las visitas programadas; es decir, el alambre no se considera seguro, por lo que no se recomienda el uso rutinario de estos alambres.

En algunos pacientes, especialmente en los mayores no sometidos a extracciones y a los que les queda muy poco por crecer, hay que emplear un arco de alambre de más de 16 mil para completar la nivelación de los arcos dentales. En lugar de usar un arco de alambre de 18 mil, suele ser más rápido y sencillo añadir un arco de nivelación auxiliar de TMA o acero de 17×25 mil (fig. 14-24, A y B). Este arco se encaja en el tubo auxiliar del molar y se liga anteriormente por debajo del arco base de 16 mil. En esencia, este sistema aumenta la curva en el arco base y permite completar eficazmente la nivelación. Aunque el alambre auxiliar tiene el aspecto de un arco de intrusión (v. fig. 14-24, C y D), se diferencia de él de dos maneras importantes: la presencia de un arco de base continuo en lugar de segmentado y la mayor cantidad de fuerza. La nivelación se producirá casi exclusivamente por extrusión, siempre que se introduzca en las ranuras de los brackets un alambre continuo en vez de uno segmentado, mientras que la segmentación del arco hace posible intrusión (v. fig. 14-24, E y F).

A veces se dice, como un argumento a favor del aparato de ranura de 22, que los alambres disponibles para el aparato de ranura de 18 no son lo bastante grandes como para producir todos los movimientos necesarios. Una de las pocas situaciones en las que esto puede ser cierto es durante la nivelación final con arcos de alambre continuos. En ocasiones, hay que usar un alambre de acero de 20 mil con una curva inversa para completar la nivelación en un paciente con brackets de ranuras de 22. El equivalente para las ranuras de 18 es un alambre auxiliar, tal como se indica más arriba.

Brackets más anchos con ranura de 22

En un paciente típico que utiliza el aparato de ranura de 22, tras la alineación inicial con un A-NiTi (el suministro de fuerza ligera, no el tamaño, es la variable crítica), se suele emplear un alambre de acero de 16 mil con una curva inversa o acentuada, y posteriormente un alambre redondo de 18 mil para completar la nivelación. Esta secuencia de arcos de alambre suele ser casi siempre válida para completar la nivelación, y es infrecuente que se necesite un alambre de 20 mil o un arco de alambre auxiliar.

Con independencia del tamaño de las ranuras, es un error colocar un arco de alambre rectangular con una curva de Spee



FIGURA 14-24 Si se coloca un arco de alambre continuo, es prácticamente imposible conseguir la intrusión, pero se puede usar un arco de alambre auxiliar de nivelación para aumentar la fuerza de nivelación de un alambre ligado a los brackets. **A.** Alambre auxiliar de nivelación antes y después de la activación. **B.** Para activarlos se ligan por debajo de un arco de alambre inferior continuo. En este caso, la fuerza apropiada es de unos 150 g, y el efecto previsible es la nivelación mediante la extrusión de los molares, más que por la intrusión de los incisivos. Para conseguir una intrusión absoluta se necesita una fuerza muy leve (aproximadamente 10 g por diente). Para ello hay que usar segmentos de arco de alambre y un arco de intrusión auxiliar. **C.** Arco de intrusión antes y después de su activación. **D.** Para activarlo se dobla hacia abajo y se liga al segmento que se quiere intruir. Se puede medir fácilmente la fuerza que suministra el arco de intrusión haciéndolo bajar al nivel en el que se va a ligar. **E.** Arcos niveladores auxiliares para la extrusión de la arcada superior y **(F)** para la intrusión de los incisivos-caninos de la arcada inferior. El arco base inferior es un arco segmentado, que incluye un segmento independiente para los incisivos, mientras que en la arcada superior se ha colocado un arco de alambre continuo y se ha ligado el arco nivelador auxiliar a los brackets anteriores situados encima. Para la intrusión se necesita un arco base segmentado y una fuerza de intrusión muy leve (en este caso, con seis incisivos inferiores en el segmento anterior, se utilizarían unos 50 g, aproximadamente). Para la extrusión se puede emplear un arco de alambre segmentado o continuo, aplicando una fuerza aproximada de 50 g/diente en el segmento que se va a extruir.

exagerada, ya que la curva genera un momento de torsión que mueve lingualmente las raíces de los incisivos. Esto casi siempre es indeseable. La torsión inadvertida de las raíces de los incisivos inferiores es uno de los errores más habituales con el aparato de canto. El arco debe estar nivelado antes de poder colocar un alambre rectangular, o deben colocarse dobleces de tope en lugar

de una curva inversa de Spee en el arco rectangular, y se debe controlar estrechamente cualquier torsión de los alambres rectangulares. Sin embargo, en la arcada superior se podría utilizar un alambre rectangular con una curva de Spee acentuada si se necesita torsionar la raíz lingual de los incisivos superiores, como suele ser el caso.

Nivelación por intrusión

Para la nivelación por intrusión se requiere un dispositivo mecánico diferente a un arco de alambre continuo anclado a cada uno de los dientes (v. fig. 14-24). La clave para conseguir una intrusión satisfactoria consiste en la aplicación de una fuerza leve y continua dirigida hacia el ápice dental. Hay que evitar que la intrusión de un diente se oponga a la extrusión de su vecino, ya que, en estas circunstancias, dominará la extrusión. Esto puede lograrse de dos maneras: 1) con arcos de alambre continuos sin anclaje en los premolares (y a menudo tampoco en los caninos), y 2) con arcos base de alambre segmentado (de modo que no exista conexión a lo largo del arco entre los segmentos anterior y posterior) y un arco depresor auxiliar.

Arcos sin anclaje

Este método de intrusión está especialmente indicado en pacientes a los que todavía les queda algo de crecimiento (es decir, que están en los años de la dentición mixta o permanente precoz). Habitualmente se utilizan tres sistemas mecánicos diferentes, que se basan todos en el mismo principio mecánico: oponer el enderezamiento y la inclinación distal de los molares a la intrusión de los incisivos.

Podemos encontrar una versión clásica de este método de nivelación en la primera fase de la técnica de Begg, en la que se pasan por alto los premolares y solo se realiza una ligadura holgada en el canino. Se puede conseguir exactamente el mismo efecto de idéntica manera utilizando el aparato de arco de canto y pasando por alto los premolares y los caninos con un aparato «2 × 4» (solo 2 molares y 4 incisivos incluidos en el aparato de predicción)⁹ o si el alambre en las ranuras de los brackets es segmentado (fig. 14-25). El arco utilitario de Ricketts representaba una variante más flexible de la misma idea elemental.¹⁰ En la mayoría de los casos, se colocaba en los brackets un arco utilitario fabricado con alambre rectangular, con una ligera torsión radicular labial para controlar la inclinación de los dientes durante el movimiento labial y la intrusión de los incisivos. No obstante, esto da lugar a un sistema mecánico muy complejo y difícil de controlar (v. comentario en el capítulo 9), y los arcos utilitarios para la intrusión han sido prácticamente desbancados por los arcos segmentados que describimos más adelante.

Para obtener una nivelación satisfactoria con cualquiera de estos arcos sin anclaje hay que mantener fuerzas de poca intensidad. Esto puede lograrse de dos maneras: escogiendo un arco de alambre de diámetro reducido y dejando un tramo muy largo entre el primer molar y los incisivos. No se debe emplear alambre de más de 16 mil; Ricketts recomienda para los arcos de uso general un alambre de cromo-cobalto de 16 × 16 relativamente blando, para evitar que se generen fuerzas muy intensas. Una recomendación más actualizada consistiría en un alambre de β -Ti de 16 × 22. Una activación excesiva de los dobles verticales puede provocar una pérdida de control de los molares en los tres planos del espacio.

A diferencia de lo que sucede en la nivelación con arcos de alambre con anclaje total, el tamaño de las ranuras de los brackets de canto apenas tiene importancia cuando se emplean arcos sin anclaje para la nivelación. Ya tenga el aparato ranuras de 18 o de 22, el arco sin anclaje no debe llevar un alambre de acero de más de 16 mil.

Los sistemas sin anclaje descritos anteriormente presentan dos puntos débiles que limitan la intrusión verdadera que se puede conseguir con ellos. El primero consiste en que, salvo para algunas aplicaciones del arco de uso general, solo se dispone del primer molar para el anclaje posterior. Esto significa que puede producirse una extrusión significativa de dicho diente, lo cual no representa ningún problema en pacientes que están creciendo activamente y tienen un patrón facial correcto, pero la falta de anclaje posterior puede comprometer la capacidad de intrusión de los incisivos en pacientes que han dejado de crecer o en aquellos con un patrón facial defectuoso en los que debe evitarse la extrusión de los molares.

El segundo punto débil radica en que la fuerza de intrusión que actúa sobre los incisivos se aplica sobre un punto anterior al centro de resistencia, por lo que los incisivos tienden a inclinarse anteriormente durante la intrusión (fig. 14-26). Si no existe un espacio de extracción, es inevitable que se produzca un desplazamiento anterior de los incisivos como consecuencia de la nivelación, pero con frecuencia en los casos de extracción este resultado es indeseable. El doblez de anclaje en el molar en un arco sin anclaje produce un efecto de cierre de espacio que limita algo este desplazamiento anterior de los incisivos (fig. 14-27), pero también tiende a adelantar el molar, provocando una gran tensión sobre el anclaje posterior. Un arco utilitario puede activarse (como un bucle de cierre) para evitar el avance de los incisivos y tiene la ventaja adicional de tener una sección rectangular

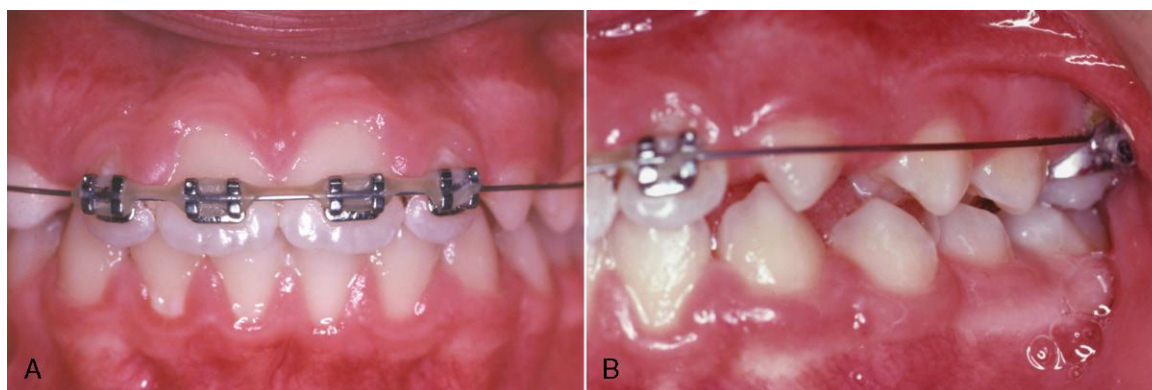


FIGURA 14-25 A y B. La gran longitud del aparato 2 × 4 hace posible crear una fuerza ligera necesaria para la intrusión de los incisivos y hace también posible la aparición de efectos colaterales indeseables. La mejor forma de describir el aparato 2 × 4 es como engañosamente simple. Cuando se pretende la intrusión de los incisivos antes de incorporar otros dientes permanentes en el aparato, es buena idea utilizar un arco lingual transpalatino para conseguir anclaje adicional.

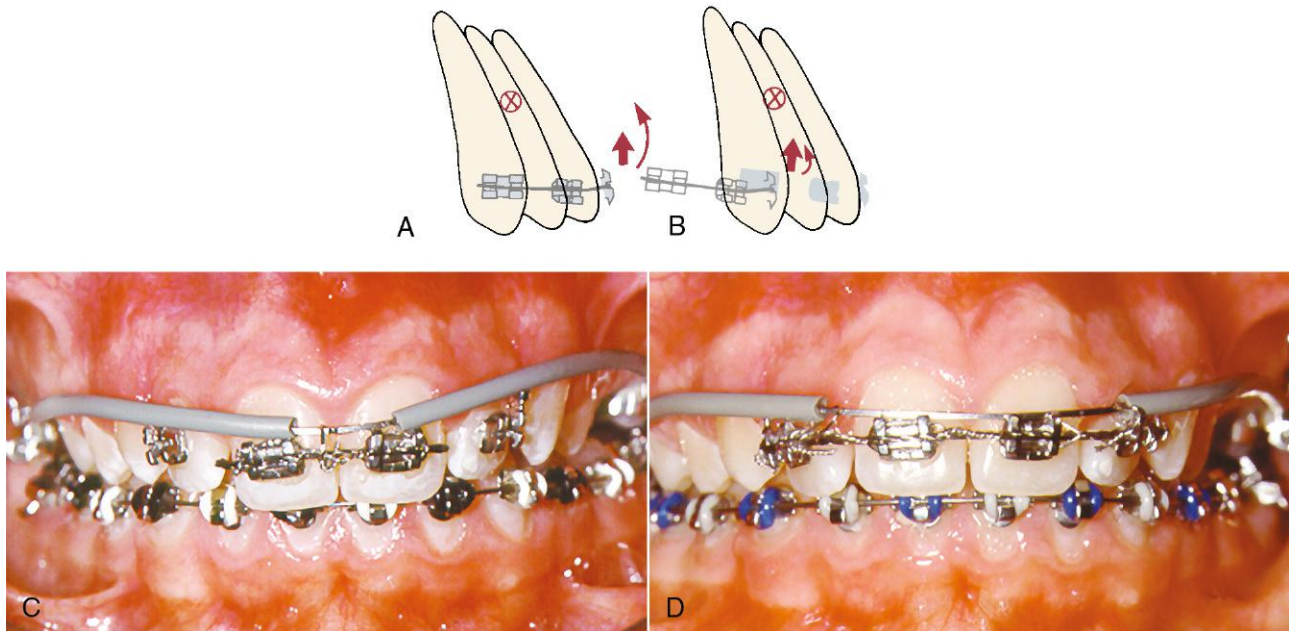


FIGURA 14-26 A. Cuando se observa de lado el segmento de los incisivos, se puede ver que el centro de resistencia (X) se encuentra lingual al punto en que se fija un arco de alambre a los dientes. Por este motivo, los incisivos tienden a inclinarse anteriormente cuando se aplica una fuerza de intrusión sobre los brackets de los incisivos centrales. B. Unir un arco de intrusión distal a la línea media (p. ej., entre el incisivo lateral y el canino, como se ve aquí) mueve la línea de fuerza más posteriormente y, por tanto, más cerca del centro de resistencia, lo cual disminuye o elimina el momento que causa la inclinación facial de los dientes al irse intruyendo. C. Arco de intrusión ligado en la línea media, ya que solo se intruyen los incisivos centrales, de manera que los incisivos se inclinarán vestibularmente durante la intrusión. D. El mismo paciente más tarde; ahora se ha ligado un arco de intrusión entre los incisivos central y lateral para intruir los cuatro incisivos y reducir al mismo tiempo la inclinación vestibular.

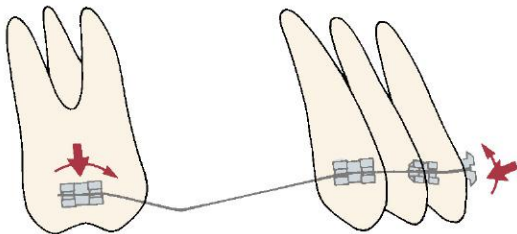


FIGURA 14-27 Representación esquemática de las fuerzas de un arco de alambre de nivelación que pasa por alto los premolares, con un doblez de anclaje mesial a los molares. Se genera un sistema de fuerzas que produce una elongación de los molares y una intrusión de los incisivos. El alambre tiende a deslizarse posteriormente a través del tubo del molar, inclinando de forma distal los incisivos a expensas de un movimiento mesial en masa de los molares. Un arco de alambre de este tipo se emplea en la primera fase del tratamiento de Begg, pero también se puede usar en los sistemas de arco de canto. Es fundamental dejar una gran separación entre los molares y los incisivos.

en su parte anterior que permite controlar la inclinación, pero sigue produciendo una gran tensión sobre el anclaje posterior y, más importante, da lugar a una fuerza de intrusión desconocida que puede ser demasiado fuerte o demasiado ligera (v. fig. 9-39).

Para controlar mejor los segmentos anterior y posterior del arco dental se recomienda el método del arco segmentado para la nivelación desarrollado por Burstone, que resuelve estas limitaciones. Actualmente, disponemos de datos que demuestran que la nivelación con arcos de alambre continuos proporciona la misma estabilidad a largo plazo que los alambres seccionales utilizados en la técnica de arcos segmentados.¹¹

Arcos de alambre segmentados

El método del arco segmentado permite el anclaje en todos los dientes, proporcionando un mejor control del anclaje. Para la intrusión de los dientes anteriores, depende del establecimiento de segmentos posteriores estables y del control del punto de aplicación de la fuerza sobre un segmento anterior. Para utilizar esta técnica se necesitan tubos rectangulares auxiliares en los primeros molares, además del tubo o bracket habitual. Una vez conseguida la alineación preliminar, se encaja un arco de alambre rectangular completo en las ranuras de los brackets del segmento bucal, formado generalmente por el segundo premolar, el primer molar y el segundo molar. El arco conecta los dientes formando una unidad estable. Además, se usa un grueso arco lingual (alambre de acero redondo de 36 mil o rectangular de 32 × 32) para conectar los segmentos posteriores izquierdo y derecho, para estabilizarlos aún más frente a movimientos indeseables. Para alinear los incisivos mientras se estabilizan los segmentos posteriores, se emplea un alambre segmentario anterior resiliente.

Para la intrusión se utiliza un arco auxiliar acoplado al tubo auxiliar del primer molar, para poder aplicar la fuerza de intrusión sobre el segmento anterior (v. fig. 14-26). Este arco debería ser de alambre rectangular que no se torsione en el tubo auxiliar: un alambre de acero de 18 × 25 con una espiral de giro de 2,5, o un alambre de TMA de 17 × 25 o de 19 × 25 sin espiral, o un arco de intrusión de M-NiTi preformado. Este arco auxiliar debe ajustarse de forma que quede gingival a los incisivos en estado pasivo y ejerza una fuerza leve (unos 10 g por diente, dependiendo del tamaño de la raíz) cuando se encaje bajo los brackets de los incisivos. Se liga por debajo de

los brackets de los incisivos, y no en las ranuras de los mismos, que están ocupadas por el alambre del segmento anterior.

Se puede colocar un arco de intrusión auxiliar al mismo tiempo que se usa un segmento anterior resiliente ligero para alinear los incisivos mal colocados, pero suele ser mejor esperar hasta haber logrado la alineación de los incisivos e instalado un segmento anterior más resistente. La mejor elección para el segmento anterior suele ser un alambre de acero rectangular trenzado o un alambre de TMA rectangular mientras se procede a la intrusión activa con un arco auxiliar.

Con los arcos segmentados pueden emplearse dos sistemas para prevenir el desplazamiento anterior de los incisivos durante su intrusión. El primero es igual al empleado con los arcos sin anclaje: puede generarse una fuerza para cerrar espacios ligando el arco auxiliar a los segmentos posteriores. Incluso con los segmentos posteriores estabilizados, este sistema produce alguna tensión sobre el anclaje posterior.

El segundo método (el que suele preferirse) consiste en variar el punto de aplicación de la fuerza sobre el segmento de los incisivos. Si consideramos al segmento anterior como una sola unidad (lo que es razonable cuando un arco de alambre rígido conecta los dientes de este segmento), el centro de resistencia se encuentra en el punto indicado en la figura 14-26. Ligando el arco depresor distal a la línea media, entre los incisivos centrales y laterales, o distal a los incisivos laterales, conseguimos que la fuerza actúe sobre un punto más posterior, de manera que se acerque más al centro de resistencia. De este modo se previene la inclinación anterior del segmento de los incisivos sin generar tensiones sobre el anclaje, pero el alambre auxiliar debe quedar bastante suelto en ambos puntos para evitar el riesgo de crear inadvertidamente un sistema de dos pares.

Incluso si logramos controlar el anclaje posterior colocando segmentos estabilizadores rectangulares y un arco lingual de anclaje, la reacción a la intrusión de los incisivos es la extrusión y la inclinación distal de los segmentos posteriores. Teniendo mucho cuidado para utilizar la técnica correcta con el método de los arcos segmentados, podemos conseguir una intrusión de los incisivos hasta cuatro veces mayor que la extrusión de los molares en adultos que hayan dejado de crecer. Aunque puede lograrse una intrusión satisfactoria con arcos sin anclaje redondos, la proporción de intrusión anterior/extrusión posterior es mucho menos favorable.

Es bastante factible llevar a cabo una intrusión asimétrica, lo que requiere únicamente ajustar los dientes colocados en los segmentos de estabilización e intrusión y sujetar el arco auxiliar de intrusión en la zona en la que se requiere dicha intrusión (fig. 14-28). Si se desea la intrusión solo en un lado, puede emplearse un alambre auxiliar en extensión que vaya desde un molar o un arco auxiliar molar a molar. La clave está en sujetar el arco auxiliar en el punto en el que se desea la intrusión.

Anclajes esqueléticos

El anclaje esquelético, que utiliza anclajes óseos o tornillos óseos (expuesto con detalle en los capítulos 10 y 18), ofrece la posibilidad de intruir los dientes posteriores y anteriores, además de eliminar el problema de controlar el movimiento indeseable de los dientes de anclaje (figs. 14-29 y 14-30). ¿Merece la pena someter a los pacientes a la cirugía necesaria para colocar y extraer los anclajes o tornillos? Esto debe decidirse en función de dos circunstancias: la efectividad del anclaje proporcionado por



FIGURA 14-28 **A.** En este paciente adulto, los incisivos central y lateral superiores izquierdos, y particularmente el canino, habían sobre-erupcionado. Era necesaria la intrusión asimétrica de estos dientes. **B.** Se unió al canino elongado un arco de intrusión auxiliar que desarrollaba 30 g de fuerza; al mismo tiempo, se realizaba una alineación preliminar con un alambre de A-NiTi. El resultado era la nivelación de la arcada maxilar con un componente de intrusión del lado elongado. La intrusión asimétrica puede conseguirse bien mediante la activación asimétrica de un arco de intrusión que va de un primer molar al otro, o mediante el uso de un arco de intrusión en extensión solo en un lado.

las unidades esqueléticas y la reacción de los pacientes tanto a la cirugía de colocación de los anclajes como a la experiencia de llevarlos durante el tratamiento ortodóncico.

En este punto, está claro que las unidades de anclaje esquelético temporal pueden ser bastante eficaces. A pesar de que los implantes diseñados para soportar coronas o puentes pueden utilizarse como unidades de anclaje, la osteointegración que se requiere para el éxito a largo plazo con los implantes es indeseable para las unidades de anclaje que pretenden retirarse posteriormente debido a que la extracción de un implante integrado puede ser un procedimiento quirúrgico difícil, mucho más difícil de llevar a cabo y de soportar que simplemente retirar tornillos óseos o separar un anclaje de la superficie ósea. La cantidad de fuerza que puede llegar a ejercerse sobre un tornillo óseo se encuentra en la magnitud de fuerza necesaria para mover un diente, especialmente cuando el objetivo es la intrusión y la clave para producirla es una fuerza ligera. Los tornillos óseos pueden ser cargados inmediatamente. Pueden aflojarse, y aparentemente existe un 10% de probabilidades de que así suceda.

Es bastante improbable que los anclajes óseos sujetos con dos o (aún mejor) tres tornillos se aflojen demasiado y pierdan su eficacia. Al final del capítulo 10 repasamos los tipos de unidades de anclaje esquelético y la técnica quirúrgica para colocarlos y retirarlos, y en el capítulo 18 explicamos las aplicaciones del anclaje esquelético como parte del tratamiento de diferentes tipos de problemas.

La reacción de los pacientes y los odontólogos al anclaje esquelético temporal es generalmente favorable (v. comentario en el capítulo 18 y figs. 18-50 y 18-51).¹² Para los cirujanos

que colocan miniplacas para el anclaje con varios tornillos, la intervención quirúrgica plantea menos dificultades y lleva menos tiempo de lo que se podía pensar en un primer momento. Para los pacientes, la cirugía para colocar miniplacas o tornillos óseos es menos dolorosa de lo que cabría esperar, y casi todos aseguran que no es tan difícil tolerar la presencia de tornillos o miniplacas en la superficie vestibular de la arcada dental o contra el contrafuerte cigomático, donde habría que colocarlos para conseguir la intrusión dental. Resulta especialmente interesante que algunos de los pacientes de este estudio habían



FIGURA 14-29 A y B. Aspecto antiestético de una chica de 15 años con mordida cruzada posterior con el canino superior izquierdo apiñado por fuera y mordida abierta anterior. El plan de tratamiento consistía en intruir los dientes posteriores de la arcada superior con tornillos óseos alveolares de 8 mm bilaterales entre las raíces del primer molar y el segundo premolar superiores a modo de anclaje, y alinear la arcada superior mediante expansión transversal. C y D. Fotos que muestran los progresos; se ha corregido la alineación y reducido la mordida abierta.

(Continúa)

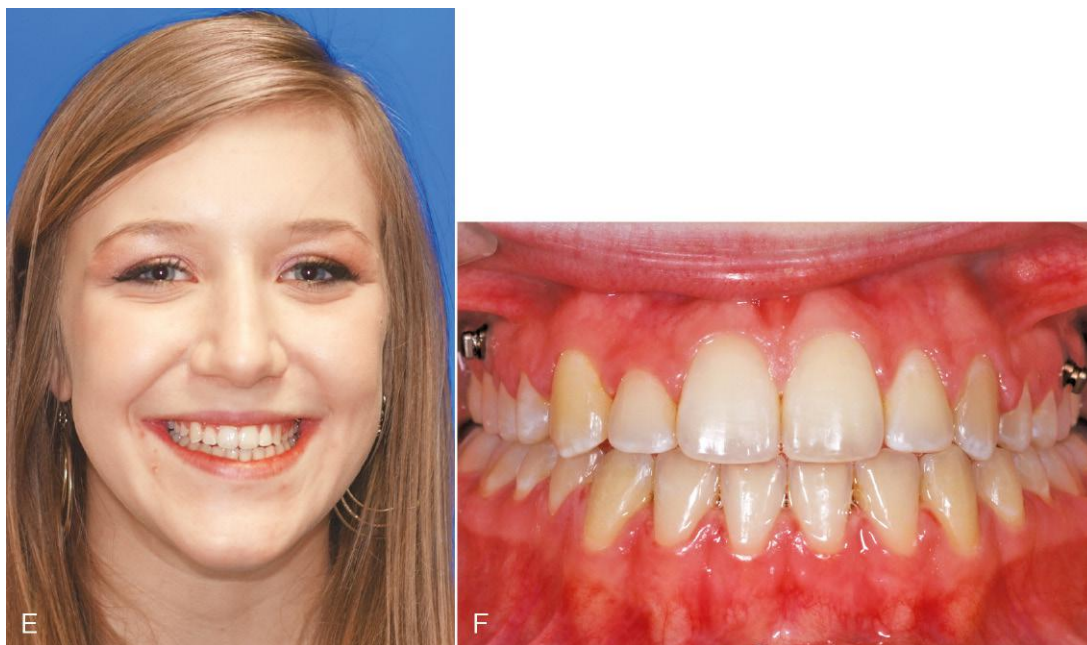


FIGURA 14-29 (cont.) E y F. Conclusión del tratamiento después de 7 meses de intrusión posterior (24 meses de tratamiento en total). (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

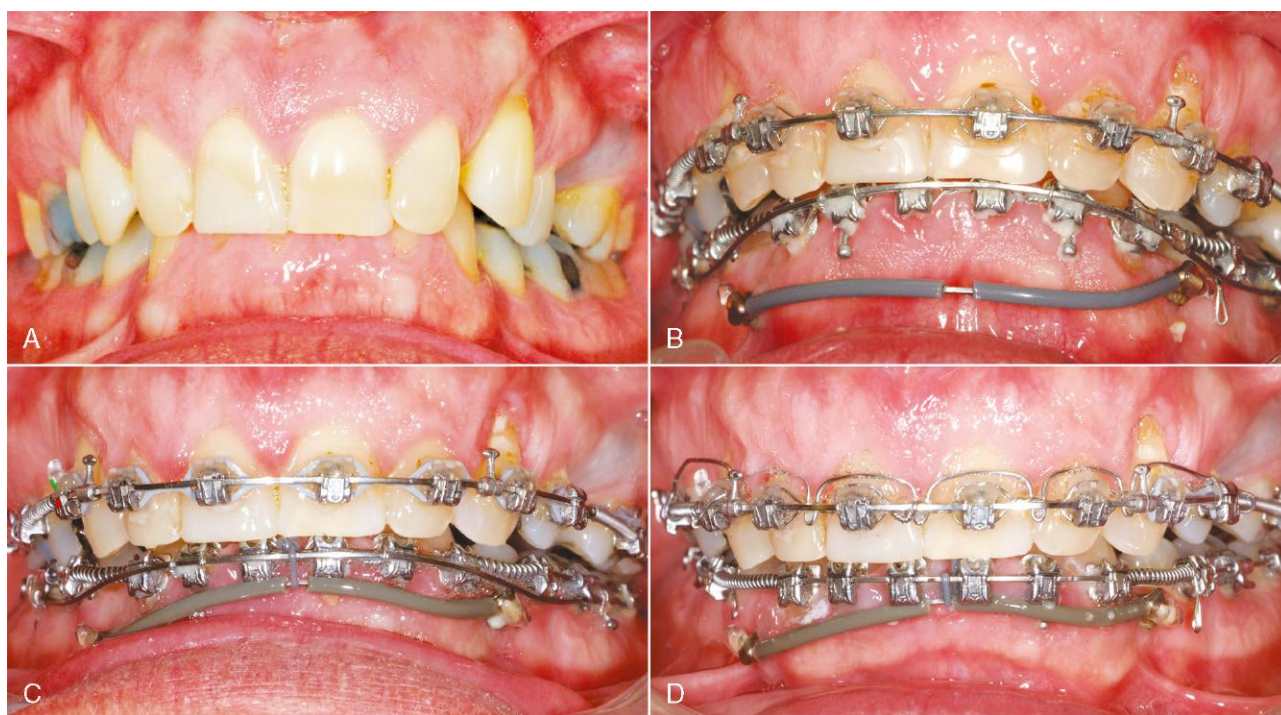


FIGURA 14-30 A. Caso extremo de mordida abierta anterior en un varón de 53 años con muy poca altura facial anterior, sobreerupción de los incisivos inferiores, extracción previa de los primeros premolares y un patrón de clase II, división 2 en los incisivos superiores. El plan de tratamiento incluía la alineación de la arcada inferior mediante la extrusión de los dientes posteriores y la intrusión de los anteriores, el avance y la torsión de los incisivos de ambas arcadas, y la apertura de espacios para los premolares ausentes mediante un arco de alambre principal continuo, y no segmentado. B. El alambre nivelador auxiliar inferior, anclado a unos tornillos óseos alveolares de 6 mm bilaterales, incrementa la fuerza niveladora generada por el arco de alambre principal. Se ha colocado un tubo protector para prevenir la irritación labial y gingival. C. Progresos después de 1 mes. D. Después de 4 meses se ha podido abrir bastante la mordida. Obsérvese el arco auxiliar de torsión en el maxilar superior, que inclinará anteriormente los incisivos superiores a menos que se ligue por su parte posterior, para poder controlar el grado de torsión y prevenir la inclinación. (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

utilizado previamente un casquete para intentar controlar el excesivo crecimiento vertical del maxilar superior y después habían utilizado anclajes óseos para la intrusión posterior. Todos ellos afirmaban unánimemente que el casquete era más difícil de tolerar.

Aunque todavía no disponemos de experiencia a largo plazo con el anclaje esquelético temporal para el nivelación, parece que cuando se necesita intrusión dental en pacientes que no están creciendo, los tornillos o anclajes óseos suponen una forma excelente de simplificar el tratamiento y de mejorar su eficacia. Evidentemente, los pacientes que no están creciendo constituyen con diferencia el grupo más numeroso de pacientes que necesitan intrusión absoluta; en la mayoría de los pacientes que están a punto de terminar el crecimiento vertical al final de la adolescencia basta una intrusión relativa. El anclaje esquelético representa ya el método de elección, especialmente en aquellos pacientes que necesitan algunos milímetros de intrusión posterior (v. fig. 14-29) o una intrusión anterior considerable (v. fig. 14-30).

Al final de la primera fase del tratamiento, los arcos deben estar nivelados y los dientes alineados hasta el punto en que pueden colocarse los arcos de acero rectangulares sin una curva exagerada y sin generar unas fuerzas excesivas. Es obvio que la gravedad de los componentes horizontal y vertical de la maloclusión inicial determinará la duración de la primera fase. Para algunos pacientes, se requerirá un solo arco de alambre inicial, mientras que para otros se necesitarán varios meses para alinear, y otros meses más para nivelar, antes de pasar a la siguiente fase. Como principio del tratamiento, es importante no pasar a la segunda fase hasta que tanto la alineación como la nivelación sean adecuadas.

Bibliografía

1. Begg PR, Kesling PC. *Begg Orthodontic Theory and Technique*. Philadelphia: WB Saunders; 1977.
2. Bolender Y, Vernière A, Rapin C, et al. Torsional superelasticity of NiTi archwires. *Angle Orthod* 80:1100-1109, 2010.
3. Sarver DM, Johnston MW. Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 95:462-466, 1989.
4. Haney E, Gansky SA, Lee JS, et al. Comparative analysis of traditional radiographs and cone-beam computed tomography volumetric images in the diagnosis and treatment planning of maxillary impacted canines. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137:590-597, 2010.
5. Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, et al. In-vitro comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. *Eur J Orthod* 33:93-102, 2011.
6. Vermette ME, Kokich VG, Kennedy DB. Uncovering labially impacted teeth—apically positioned flap and closed-eruption techniques. *Angle Orthod* 65:23-32, 1995.
7. Tejera TJ, Blakey GH. Surgical uprighting and repositioning. In: Fonseca RM, Frost DE, Hersch EV, et al, eds. *Oral and Maxillofacial Surgery: Anesthesia/Dentoalveolar Surgery/Office Management*, vol 1. Philadelphia: WB Saunders; 2000.
8. Edwards JG. Soft tissue surgery to alleviate orthodontic relapse. *Dent Clin North Am* 37:205-225, 1993.
9. Isaacson RJ, Lindauer SJ, Rubenstein LK. Activating a 2 × 4 appliance. *Angle Orthod* 63:17-24, 1993.
10. Ricketts RW, Bench RW, Gugino CF, et al. *Bioprogressive Therapy*. Denver: Rocky Mountain Orthodontics; 1979.
11. Preston CB, Maggard MB, Lampasso J, et al. Long-term effectiveness of the continuous and the sectional archwire techniques in leveling the curve of Spee. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:550-555, 2008.
12. Cornelis MA, Scheffler NR, DeClerck H, et al. Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: a prospective study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:18-24, 2008.

SEGUNDA FASE DEL TRATAMIENTO GENERAL: CORRECCIÓN DE LAS RELACIONES ENTRE LOS MOLARES Y CIERRE DE ESPACIOS

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

CORRECCIÓN DE LAS RELACIONES ENTRE LOS MOLARES

- Crecimiento diferencial en el tratamiento de clase II en adolescentes
- Corrección de clase II mediante el movimiento distal de los molares
- Desplazamiento dental anteroposterior diferencial, aprovechando los espacios de extracción
- Corrección molar mediante elásticos intermaxilares
- Camuflaje de clase III

APIÑAMIENTO/PROTRUSIÓN DE CLASE I: CIERRE DE ESPACIOS DE EXTRACCIÓN

- Situaciones de anclaje moderado
- Máxima retrusión de los incisivos (anclaje máximo)
- Mínima retrusión de los incisivos

Al iniciarse la segunda fase del tratamiento, los dientes deberán estar bien alineados y haberse eliminado cualquier exceso o inversión de la curva de Spee. El objetivo de esta fase del tratamiento es corregir las relaciones entre los segmentos molares y bucales para lograr una oclusión normal en el plano anteroposterior, así como el cierre de los espacios de extracción o los espacios residuales de los arcos dentales, además de corregir el resalte excesivo o negativo. Esto solo es posible cuando existen unas relaciones intermaxilares razonablemente correctas, lo que significa que hay que considerar la posibilidad de la cirugía

ortognática para los problemas más graves. En el capítulo 19 se revisan las indicaciones para el tratamiento quirúrgico y la interacción entre el ortodoncista y el cirujano.

CORRECCIÓN DE LAS RELACIONES ENTRE LOS MOLARES

La corrección ortodóncica de las relaciones entre molares casi siempre implica el paso de una relación de clase II o de clase II parcial a una relación de clase I, aunque en ocasiones el tratamiento va dirigido a corregir un problema de clase III. Excluyendo la recolocación quirúrgica de los maxilares, existen dos posibilidades: 1) crecimiento diferencial de los maxilares, dirigido por una fuerza extraoral o un aparato funcional, y 2) movilización anteroposterior diferencial de los dientes posteriores superiores e inferiores, con o sin cierre diferencial de los espacios de extracción. Estas opciones no se excluyen mutuamente, pero incluso cuando la modificación del crecimiento es exitosa, suele dar lugar solo a la corrección parcial de una maloclusión total de clase II o de clase III. Casi siempre se necesita cierto movimiento dental para completar la corrección de la relación molar.

Crecimiento diferencial en el tratamiento de clase II en adolescentes

En el capítulo 13 se analizó con más detalle el empleo de la fuerza extraoral o de los aparatos funcionales para modificar el crecimiento maxilar. Al utilizar estos métodos, hay que tener en cuenta las

diferencias en la cronología del crecimiento entre varones y mujeres. Durante la adolescencia, la mandíbula tiende a crecer anteriormente más que el maxilar, lo que nos proporciona una buena oportunidad para mejorar una relación maxilar de clase II esquelética. Las chicas maduran considerablemente antes que los chicos, y es frecuente que hayan superado el pico máximo de crecimiento puberal antes de que aparezca toda la dentición permanente y se pueda iniciar el tratamiento ortodóncico general. Los chicos maduran con más lentitud y experimentan un estirón puberal más prolongado, por lo que existen más posibilidades de que todavía quede crecimiento anteroposterior de utilidad clínica durante el tratamiento general en la etapa de dentición permanente precoz.

Cuando se emplea una fuerza extraoral (casquete) o un aparato funcional para modificar el crecimiento en pacientes de clase II, una respuesta favorable incluye la restricción del crecimiento del maxilar superior y el crecimiento anterior diferenciado del maxilar inferior. En pacientes con inmadurez esquelética y dentición permanente no existe ningún impedimento para una primera fase de tratamiento con aparatos funcionales (aunque hayan erupcionado los dientes permanentes) y una segunda fase con un aparato fijo para conseguir unos resultados oclusales afinados, pero un casquete es más compatible con los aparatos fijos necesarios para el tratamiento general. Es muy poco probable que un aparato funcional de quita y pon produzca por sí solo un resultado satisfactorio en la dentición permanente precoz, y habrá que modificarlo o retirarlo cuando comience el tratamiento con aparatos fijos. A muchos odontólogos les gustaría creer que los elásticos de clase II (o unos resortes fijos que produzcan el mismo efecto) pudieran influir en el crecimiento, además de mover los dientes. Desgraciadamente, las pruebas disponibles parecen indicar que los elásticos o los dispositivos con resortes flexibles tienen pocas posibilidades de modificar el crecimiento en pacientes adolescentes.^{1,2} En un adolescente en la fase de dentición permanente precoz, un aparato funcional fijo con enganches rígidos, como el aparato de Herbst, puede corregir eficazmente las relaciones molares de clase II (con una combinación variable de crecimiento diferenciado y desplazamiento anterior de los dientes inferiores), pero un casquete puede resultar bastante eficaz en un paciente que coopere adecuadamente, y no produce un efecto de elásticos de clase II.

El paciente ideal para aplicar la fuerza extraoral durante la dentición permanente precoz es un chico de 12-14 años con un problema de clase II, cuya madurez esquelética vaya algo retrasada con respecto a su grado de desarrollo dental y que tenga un buen potencial de crecimiento (fig. 15-1). Conviene recordar que los chicos a los 13 años están, por término medio, al mismo nivel de maduración que las chicas a los 11, y que casi siempre les queda una significativa capacidad de crecimiento esquelético. Por otra parte, el desarrollo de las chicas a los 13 años suele estar al mismo nivel que en los chicos a los 15, y para entonces es improbable que puedan inducirse cambios de utilidad clínica en las relaciones maxilares por modificación del crecimiento.

Aunque la corrección de la relación molar constituye un objetivo fundamental de la segunda fase de tratamiento (más que de la primera), no hay ningún motivo para esperar a completar la alineación y la nivelación antes de iniciar el tratamiento con un casquete o un aparato funcional fijo, sobre todo si tenemos en cuenta que cada día que pasa disminuyen las probabilidades de conseguir una respuesta favorable del crecimiento.

Aunque el objetivo fundamental de un casquete es modificar el crecimiento, también se produce inevitablemente algún movimiento dental en los tres planos del espacio cuando se aplica una fuerza extraoral sobre los dientes. Cuando se utiliza un casquete para corregir un problema de clase II, cuando existe un buen crecimiento vertical y se pueden elongar los molares superiores, los dientes superiores erupcionan hacia abajo y hacia atrás y pueden abrirse espacios en el arco superior. Aunque la fuerza extraoral se aplica sobre los primeros molares, es poco frecuente que se abra espacio entre el primer molar y el segundo premolar. En vez de ello, los segundos premolares, y en menor medida los primeros premolares, siguen a los molares. El resultado suele ser la aparición de un espacio distal a los caninos, junto con una reducción parcial del resalte al mejorar las relaciones maxilares (fig. 15-2).

Cuando se produce este resultado, lo mejor es consolidar el espacio del arco superior en un solo punto, utilizando cadenas elastoméricas para agrupar los caninos y los incisivos en un segmento anterior y el molar y los premolares en un segmento posterior. Una vez corregidas las relaciones entre los molares, se procede a reducir el resalte residual, retruyendo los incisivos sin extracciones, exactamente igual que en un paciente que tuviera el espacio de extracción de un primer molar (v. siguiente exposición). Hay que continuar aplicando la fuerza extraoral hasta conseguir un arco superior intacto. No conviene interrumpir su aplicación si se han corregido únicamente las relaciones entre molares, ya que es probable que todavía no se haya logrado el máximo efecto esquelético en ese momento y porque la retrusión de los incisivos requiere un anclaje posterior, que puede reforzarse con el casquete.

Durante la dentición permanente precoz, raras veces se consigue abrir espacios en la arcada superior cuando se emplea un aparato de Herbst o algunas de sus variantes actuales (v. fig. 10-7). Cementando los dientes disponibles (caninos e incisivos de ambas arcadas, premolares superiores) es posible alinear y estabilizar los incisivos inferiores mientras se corrigen los molares, y facilitar la transición a un aparato fijo regular, lo que suele producirse después de unos 12 meses de tratamiento con el aparato de Herbst. Junto con un aparato lingual (que cada vez se usa más en adolescentes y adultos), el aparato de Herbst puede ser también un buen medio para corregir una relación molar de clase II. El arco de alambre lingual ajustado correctamente permite controlar bastante bien la inclinación de los incisivos inferiores.³

Corrección de clase II mediante el movimiento distal de los molares

El concepto de la «conducción distal» de los dientes posteriores superiores tiene una larga tradición en ortodoncia.⁴ Después de que los primeros estudios cefalométricos en la década de los cuarenta mostraran que el tratamiento con elásticos de clase II producía un movimiento distal mínimo o inexistente de los molares superiores, se reintrodujo el casquete como medio para retruir los molares superiores. Se ha utilizado también un anclaje palatino para inducir el movimiento distal de los molares superiores y crear un espacio hacia el cual puedan retruirse los dientes anteriores. En la actualidad, el anclaje esquelético (tornillos óseos o anclajes óseos) ofrece una forma más eficaz de conseguir el movimiento distal.

A pesar de que los métodos modernos comentados han mejorado esta situación, la corrección de la clase II mediante el

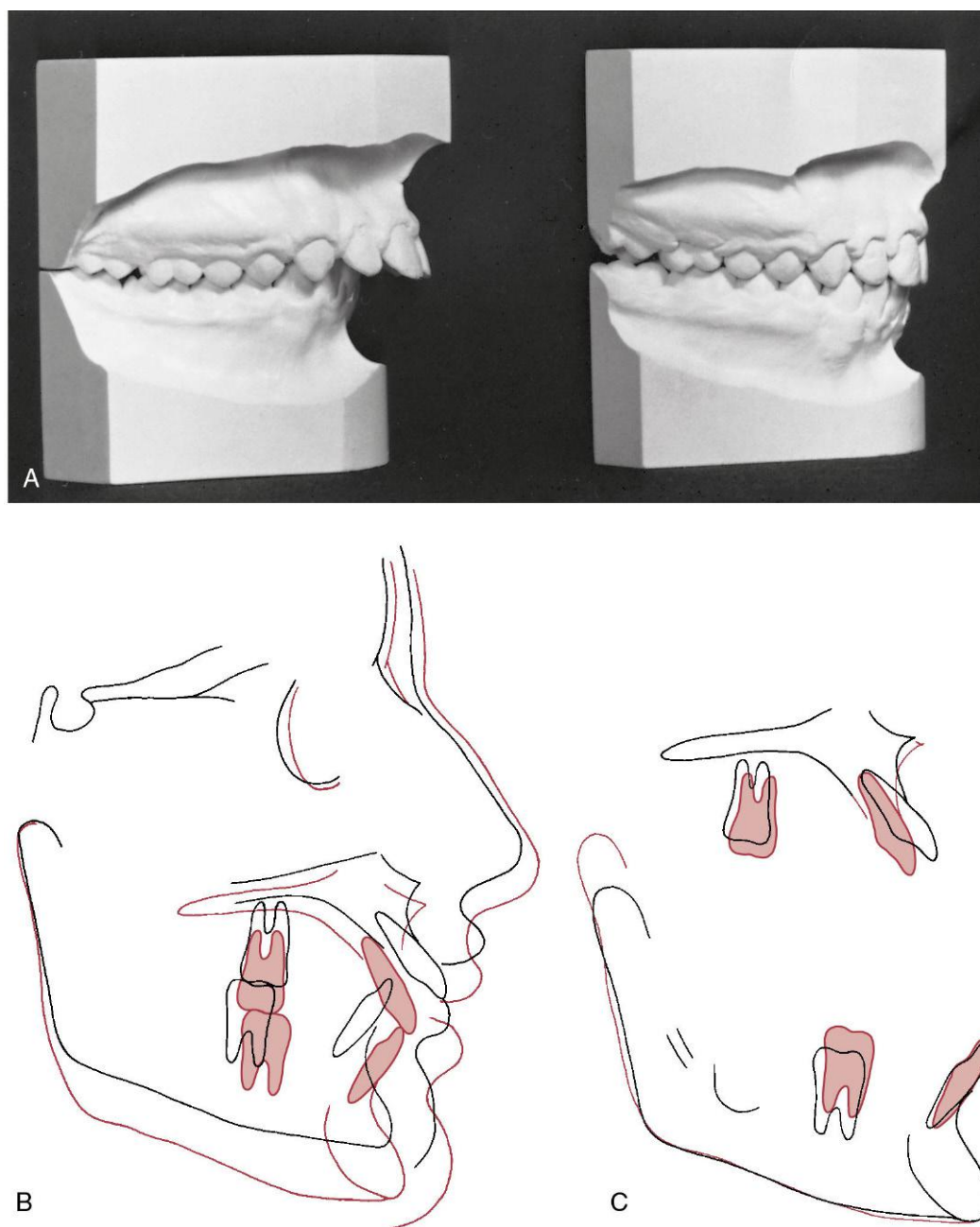


FIGURA 15-1 Corrección de clase II en un chico de 13 años mediante la aplicación de una fuerza extraoral sobre el maxilar. **A.** Modelos dentales anteriores y posteriores al tratamiento. **B y C.** Superposición cefalométrica en la que se aprecian los cambios producidos por el tratamiento. Puede apreciarse el notable crecimiento vertical, que ha permitido a los dientes superiores e inferiores desplazarse distalmente al ir moviéndose verticalmente, mientras que la mandíbula crecía hacia abajo y hacia delante. Como se puede ver en las superposiciones del maxilar y la mandíbula, la sobremordida se corrigió mediante una intrusión relativa (es decir, se mantuvieron los incisivos inferiores al mismo nivel vertical mientras erupcionaban los molares). Se produjo una erupción de los molares inferiores relativamente mayor que la de los superiores, debido a la dirección posteriosuperior de la fuerza extraoral, y solo un pequeño desplazamiento distal de los molares superiores.

movimiento distal de los molares superiores tiene unos límites definidos que es importante comprender y respetar. Se sabe actualmente que con el casquete es posible conseguir una distalización significativa de los dientes posteriores superiores en relación con el maxilar, sobre todo en pacientes con un patrón de crecimiento y elongación de los dientes superiores (v. fig. 15-1). Sin el mismo, es difícil conseguir más de 2-3 mm de movimiento distal de los molares superiores, a no ser que se extraigan los segundos molares superiores (v. anteriormente). Los aparatos con

anclaje palatino inducen un retroceso algo mayor de los molares superiores, pero es difícil conseguir una corrección de clase II completa con este mecanismo. Con un anclaje esquelético por encima de las raíces de los dientes, es bastante factible conseguir 4-6 mm de movimiento distal, pero para retraer los molares hay que disponer de espacio por detrás de los mismos, y para conseguir una distalización importante puede que haya que extraer los segundos molares. Si se van a distalizar los segundos molares, conviene proceder a la extracción precoz de los terceros

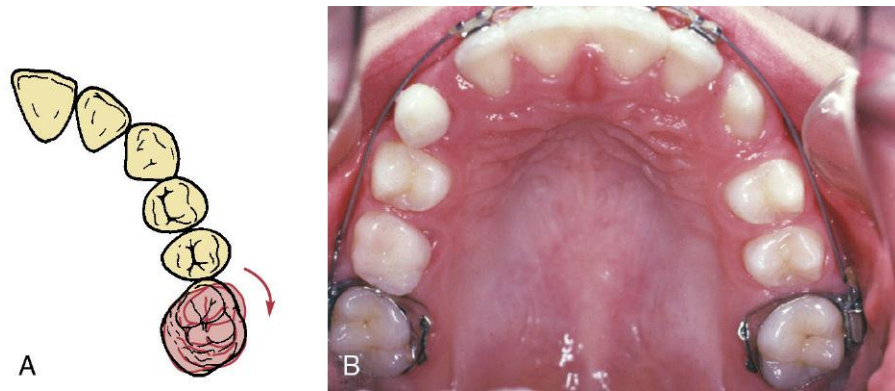


FIGURA 15-2 **A.** En los pacientes con maloclusión de clase II, los molares superiores suelen estar rotados en sentido mesial, y parte del retroceso aparente del primer molar consiste en una rotación distal de las cúspides bucales mientras el diente pivota alrededor de su raíz lingual. Para producir este tipo de rotación es necesario ajustar el arco interior del arco facial de un casquete. **B.** Se tiende a abrir espacio en la arcada superior cuando se utiliza una fuerza extraoral sobre los primeros molares superiores y el paciente crece adecuadamente, como este paciente después de 12 meses de tratamiento con un casquete durante el estirón puberal. Al desplazarse distalmente los molares, las inserciones de fibras gingivales han distalizado los premolares, abriendo espacio entre estos dientes y los caninos. Cuando se coloca un aparato fijo completo en esta fase del tratamiento, uno de los primeros pasos consiste en consolidar el espacio distal a los caninos.

molares; en caso contrario, pueden quedar bastante impactados y ser difíciles de extraer.

Rotación molar como factor que influye en la distalización

En pacientes con maloclusión de clase II esquelética leve o moderada, es probable que los molares superiores hayan rotado mesialmente sobre su raíz lingual, con lo que simplemente corrigiendo la rotación, la relación oclusal cambia a una relación de clase I (v. fig. 15-2). Esto puede hacerse con un arco lingual transpalatino, un arco labial auxiliar o el arco interior de un arco facial. En ocasiones, los molares superiores están tan rotados mesialmente que resulta muy difícil o imposible encajar un arco facial hasta haber corregido parcialmente la rotación con un aparato más flexible (como un arco labial pesado, típicamente de acero de 36 mil insertado en los tubos del casquete y unido a un arco de alambre de alineación inicial). Lo primero que hay que hacer en casi todos los tratamientos de clase II es corregir la rotación de los primeros molares superiores.

Sistemas de anclaje para el movimiento distal de los molares

El movimiento mesial de los dientes es más sencillo que su distalización, debido simplemente a que se encuentra mayor resistencia al movimiento distal. Por tanto, para conseguir la distalización de los molares se necesita más anclaje del que pueden proporcionar los demás dientes.

Anclaje palatino. La relativa estabilidad del paladar anterior, tanto de los pliegues de la mucosa como del hueso cortical subyacente, es una de las posibilidades que pueden aprovecharse para conseguir este anclaje adicional. Aunque los aparatos de quita y pon contactan con el paladar, no hacen retroceder adecuadamente los molares, debido probablemente a que no encajan a la perfección. Se necesita un aparato fijo que establezca los premolares e incluya una almohadilla de plástico que contacte con los pliegues mucosos. Por fortuna, la mayoría de los pacientes toleran bien estos pequeños problemas, pero el contacto con la mucosa palatina puede provocar bastante irritación tisular, hasta el punto de obligar a retirar el aparato.

Una vez establecido el anclaje palatino, son varias las opciones para generar la fuerza necesaria para distalizar los molares. Unos muelles de níquel-titanio (A-NiTi) austeníticos comprimidos contra los molares (desde una unidad de anclaje anterior) generan un sistema de fuerzas para el movimiento distal muy eficaz y prácticamente constante. También se pueden usar imanes que se repelan (fig. 15-3), pero la magnitud de la fuerza varía considerablemente al moverse los dientes. Los resortes de A-NiTi tienen la ventaja adicional de que son menos voluminosos, y suelen ser una opción más favorable. El aparato de péndulo (fig. 15-4) incluye resortes de β -titanio (β -Ti) que sobresalen del acrílico palatino y encajan en unas vainas linguales del tubo molar, lo que permite controlar mejor estos dientes.

En una muestra reducida, pero perfectamente caracterizada, de pacientes tratados para conseguir una relación molar de superclase I con un aparato de péndulo activado para producir 200-250 g, Byloff et al. observaron que el movimiento medio de los molares solo era de 1 mm/mes ($1,02 \pm 0,68$), con una inclinación distal considerable de la corona y elevación del molar (fig. 15-5, A).⁵ Como cabría esperar, a pesar del contacto entre el aparato y el paladar, los premolares y los incisivos se inclinaron anteriormente, pero el molar se desplazó distalmente 2-3 veces más que los dientes de anclaje. Al modificar el aparato para limitar la inclinación distal del molar, se observó una distalización similar de la corona molar, pero se produjo una mayor distalización de las raíces mediante la prolongación del tratamiento y algún avance adicional de los incisivos (v. fig. 15-5, B).⁶

A pesar de que los molares se movieron distalmente, fue necesario retenerlos en esa posición mientras se retraían los demás dientes para corregir el resalte (v. fig. 15-3). Una cosa es retraer los molares y otra muy diferente mantenerlos en esa posición. Si se deja colocado el aparato distalizador durante 2-3 meses, se consigue mover distalmente los premolares mediante el estiramiento de las fibras gingivales, pero tan pronto como se retiran la almohadilla palatina y el arco lingual premolar originales, es necesario colocar un nuevo arco lingual y una almohadilla para los molares distalizados. Incluso así, el molar volverá a inclinarse mesialmente al cerrarse el espacio, sobre todo si se ha inclinado distalmente. Colocando un apoyo posterior en los resortes

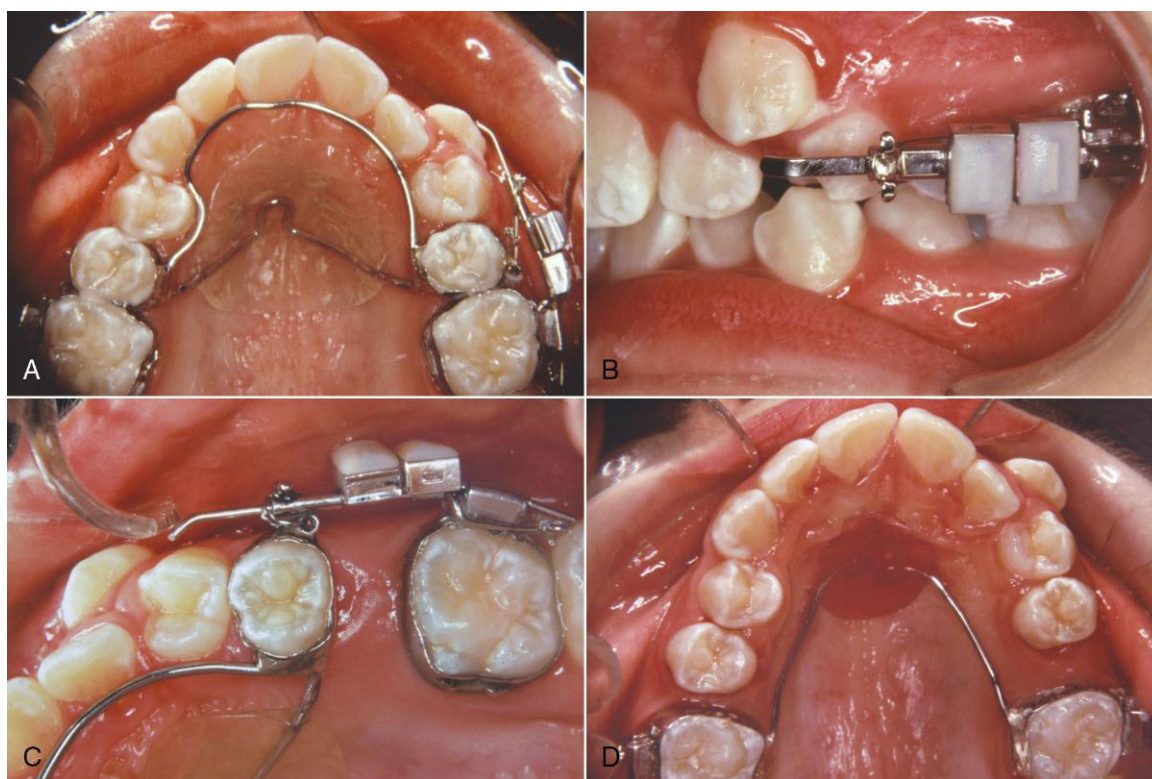


FIGURA 15-3 Empleo de imanes que se repelen para distalizar los primeros molares superiores, inicialmente en el lado derecho. **A.** Arco lingual estabilizador desde los segundos premolares, con un imán acoplado al premolar y el otro al primer molar del lado derecho. **B.** Fotografía vestibular del sistema de imanes. Obsérvese la disposición utilizada para recolocar el imán del premolar según retrocede el molar, para mantener la fuerza. **C.** Progresión: espacio abierto a una velocidad aproximada de 1 mm/mes. **D.** Arco de Nance colocado para mantener los molares (el molar izquierdo ha sido distalizado durante 3 meses; el derecho, durante 6 meses) mientras se produce la deriva distal de los premolares. Unos meses después se colocó un aparato fijo completo para finalizar el tratamiento. (Por cortesía del Dr. Wick Alexander.)

distalizadores, se consigue mantener los molares más enderezados y se limita la recidiva, pero se potencia la tendencia a la extrusión; así pues, igual que en el caso del casquete, el mayor efecto distalizador con el aparato de péndulo se obtiene en los pacientes con un patrón de crecimiento vertical durante su tratamiento. Incluso así, los datos muestran que, como media, mucha de la distalización original se pierde durante la segunda fase de tratamiento con un aparato fijo completo (fig. 15-6).

Casquete o elásticos de clase II. El problema de usar un casquete para este tipo de movimiento dental ha radicado siempre en que se necesita una fuerza de intensidad moderada y duración prolongada, y el casquete suele suministrar una fuerza relativamente intensa de duración media, incluso en pacientes que cooperan. A menos que se extraigan los segundos molares (v. a continuación), solo se conseguirá una distalización significativa de los primeros molares (>2 mm) con casquete si se induce una extrusión simultánea del molar, una solución aceptable en un paciente con un aumento sustancial de la altura de la rama mandibular, pero que en caso contrario induce una rotación posteroinferior desfavorable del maxilar inferior. Un casquete de tracción alta no es una solución muy eficaz para distalizar los molares.

En teoría, también se puede utilizar la fuerza de los elásticos de clase II para distalizar los molares superiores, usando un soporte deslizante para concentrar la fuerza sobre los molares. Esta era una de las piedras angulares de la técnica original de Tweed. No obstante, se corre el riesgo de inducir un movimiento mesial de

los dientes inferiores mucho mayor que el movimiento distal de los superiores. En la ortodoncia actual, los elásticos de clase II con un soporte deslizante se utilizan fundamentalmente para acentuar la rotación del molar superior como parte de la corrección de la relación molar.

Anclaje esquelético. En estos momentos, el anclaje esquelético para la distalización de los molares tiene tantas ventajas que está desbancando rápidamente a los medios utilizados hasta ahora. Utilizando miniplacas o un tornillo óseo largo en la base del arco cigomático (fig. 15-7)⁷ o tornillos óseos en el paladar para estabilizar un arco lingual con resortes de distalización,⁸ es posible retraer simultáneamente todos los dientes de la arcada superior (v. fig. 18-47). También se pueden usar tornillos óseos alveolares, pero si se colocan entre las raíces dentales pueden bloquear los cambios mesiodistales en la posición de los dientes; por esta razón, si se utilizan tornillos para la distalización hay que modificar su posición durante el tratamiento. Con cualquier tipo de anclaje esquelético, un aparato fijo con muelles de NiTi proporciona el mejor sistema de fuerzas posible para la distalización.

Con o sin anclaje esquelético, dos objetos no pueden ocupar simultáneamente el mismo sitio, y solo hay tanto espacio en la parte posterior de la arcada superior. Esto significa que en un paciente adolescente puede que haya que extraer el segundo molar (v. a continuación), y si se distalizan los segundos molares estará indicada la extracción precoz del tercer molar para que no acaben impactados.

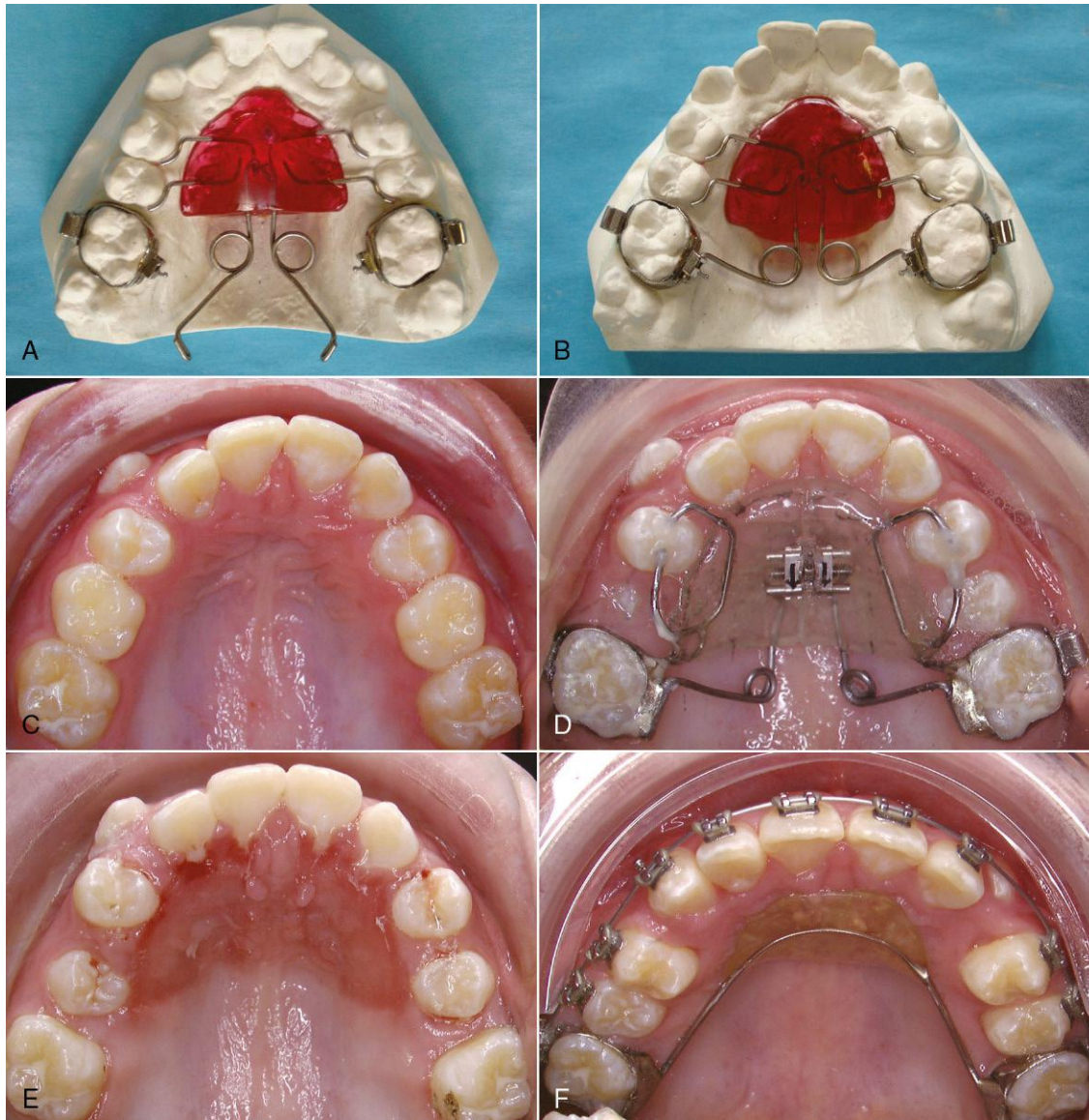


FIGURA 15-4 Aparato de péndulo para distalizar los molares. **A y B.** Aparato sobre el modelo antes de la activación de los resortes, formados por β -Ti, y que deberían desarrollar una fuerza de 200-250 g (el alambre de acero es demasiado rígido y produce demasiada fuerza). **C.** Imagen oclusal de una paciente con los caninos superiores prácticamente fuera de la arcada en una persona en la que puede producirse algún aumento en la prominencia incisiva maxilar. **D.** Aparato de péndulo con un gato para la expansión transversal y resortes de distalización molar (esta modificación recibe el nombre de aparato T-Rex). **E.** Remoción del aparato. Pueden observarse el aumento de espacio en la arcada y la irritación del tejido palatino por debajo del aparato. Ambas son respuestas típicas al aparato. **F.** Aparato de contención lingual de Nance en posición cuando se inicia la parte del tratamiento con aparatología fija. Es más fácil mover distalmente los molares superiores que mantenerlos en esa posición a medida que avanza el tratamiento, de manera que es necesario un arco lingual para estabilizarlos antes y durante el tratamiento posterior.

(Continúa)

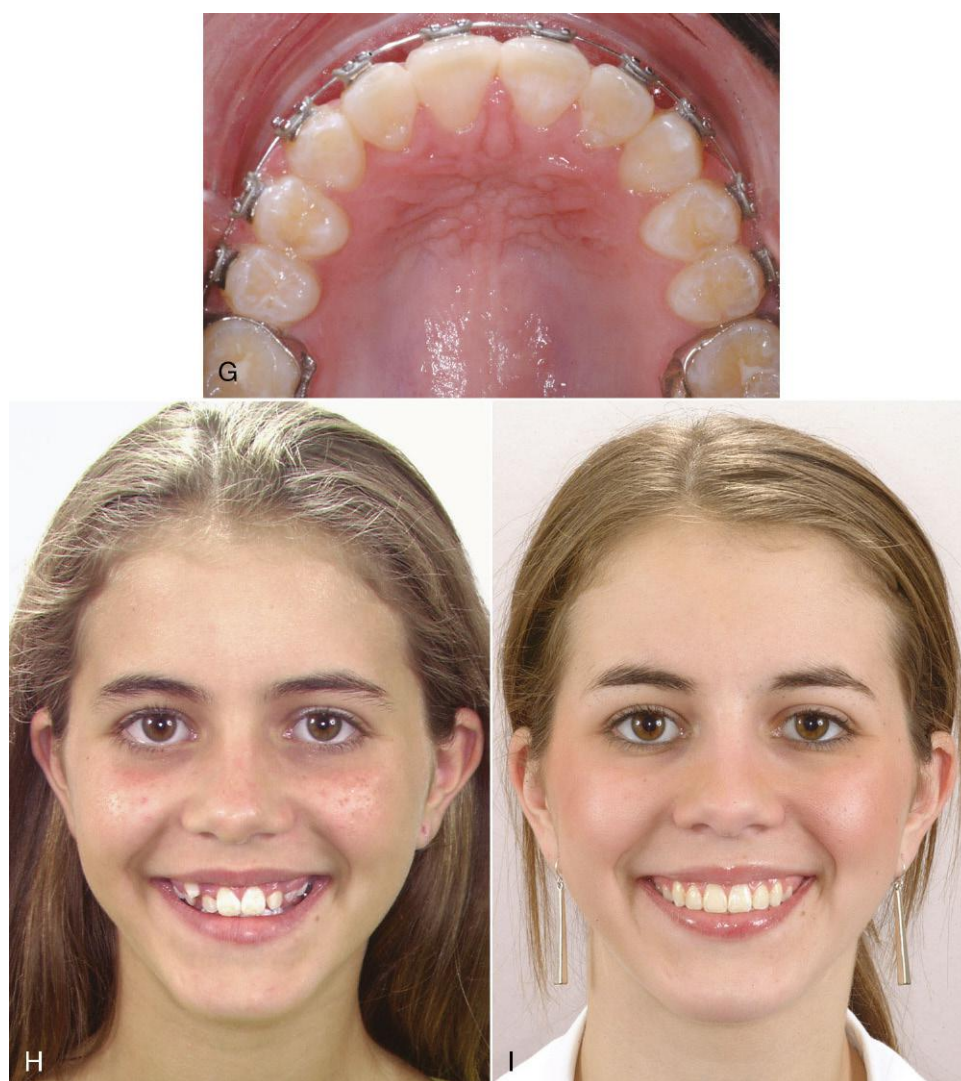


FIGURA 15-4 (cont.) G. Alineación de la arcada superior completada. H. Sonrisa inicial. I. Sonrisa después del tratamiento. (A y B, por cortesía del profesor A. Darendeliler.)

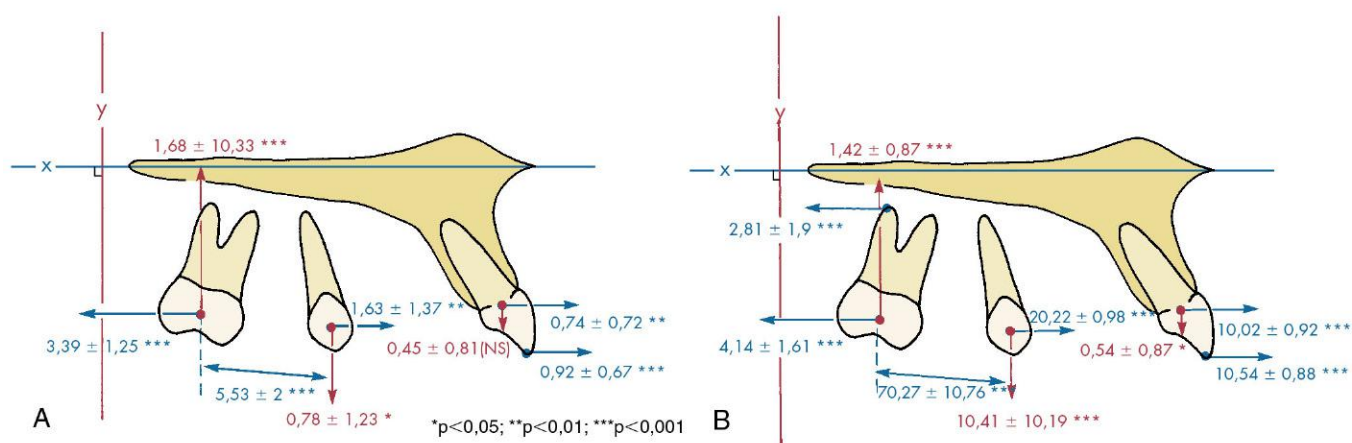


FIGURA 15-5 A. Cambios medios en la posición de los dientes con respecto al maxilar en una muestra de 13 pacientes en los que se activó un aparato de péndulo con una fuerza de 250 g y sin dobleces de retroceso. B. Cambios medios en 20 pacientes con un aparato de péndulo parecido que incluía dobleces de retroceso. Los dobleces de retroceso redujeron la inclinación del molar durante su distalización e indujeron un mayor movimiento distal de las raíces, a costa de un mayor desplazamiento de los incisivos y prolongación del tratamiento. (Reproducido a partir de Byloff FK, Darendeliler MA, Clar E, et al. Angle Orthod 64:261-270, 1997.)

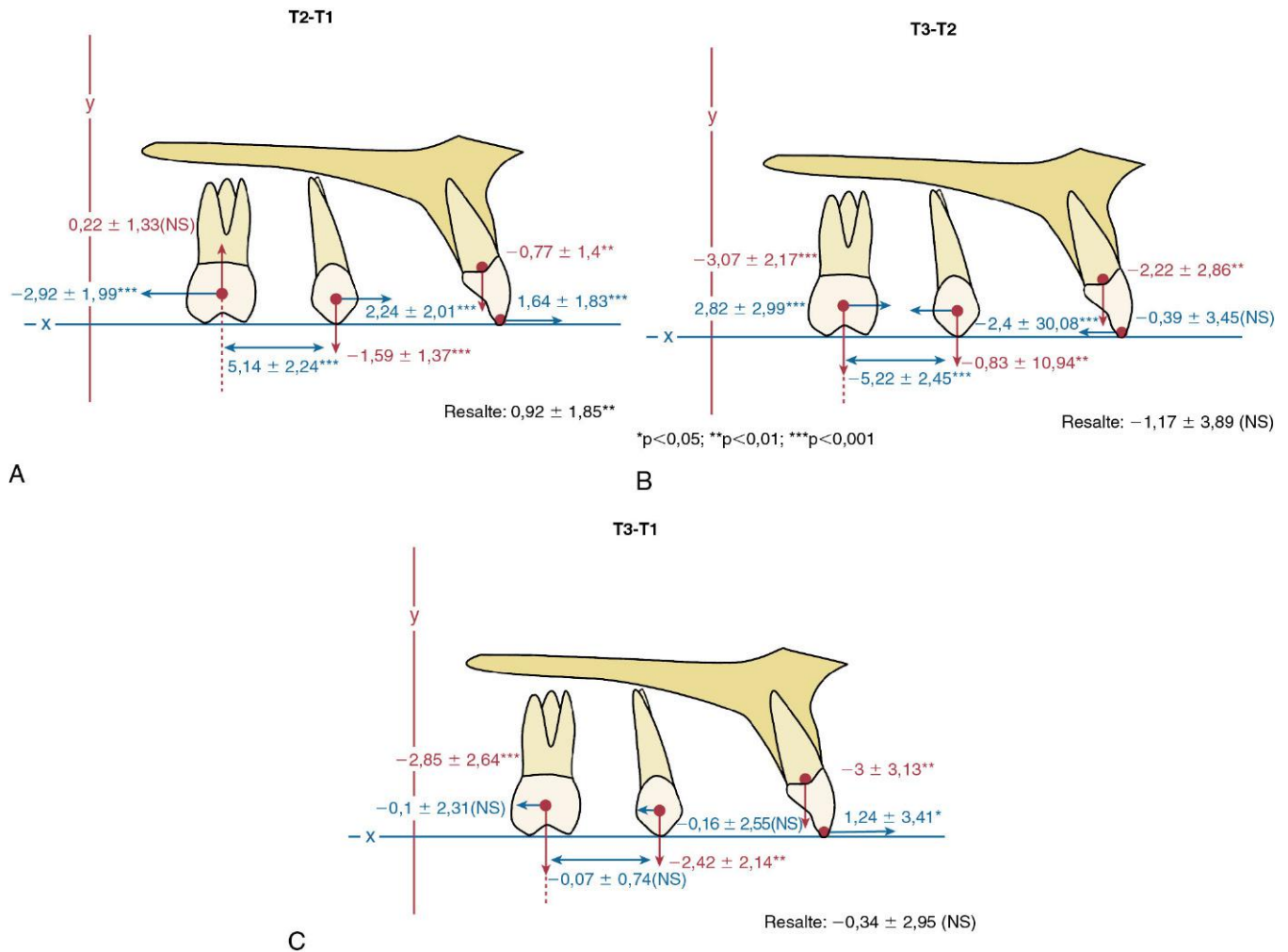


FIGURA 15-6 Cambios medios en la posición de los dientes con respecto al maxilar en una muestra de 35 pacientes de clase II tratados con una primera fase de distalización molar seguida de un tratamiento general con aparatología fija. **A.** Cambios durante la fase 1. La media de edad al comienzo del tratamiento era 12,3 años (DE ± 1,5 años) y la duración del tratamiento fue de 0,7 ± 0,2 años. Obsérvese que en la fase 1 el molar se movió hacia atrás, de media, el doble de lo que el incisivo se movió hacia delante, pero el aumento de espacio entre el molar y el premolar se debía tanto al adelantamiento del premolar como a la distalización del molar. El molar tendía a intruirse, mientras que el premolar se extruía. Las grandes desviaciones estándar enfatizan que, como suele ser el caso, los cambios en los pacientes individuales variaban considerablemente. **B.** Cambios durante la fase 2, de 2,4 ± 0,6 años de duración. Durante este tiempo se recuperaron bastante los cambios en la posición de los dientes con respecto al maxilar que se crearon durante el tratamiento con el aparato de péndulo. Pueden observarse los cambios verticales, que coinciden con el crecimiento vertical durante la adolescencia. **C.** Cambios desde el principio hasta el final del tratamiento (de 3,1 ± 0,6 años de duración) que muestran la pequeña distalización neta media de los molares con respecto al maxilar. En el análisis final, la mayor parte de la corrección exitosa de la maloclusión de muchos de estos pacientes se debía más al crecimiento de los maxilares, a la expansión transversal de las arcadas dentales y al movimiento hacia delante de los incisivos que a la distalización de los molares superiores. (Por cortesía del profesor A. Darendeliler.)

Distalización de los primeros molares tras la extracción de los segundos molares

Distalizar los primeros molares superiores con cualquier método resulta mucho más sencillo si se crea espacio extrayendo los segundos molares superiores. Aunque se ha demostrado que el casquete puede mover los primeros molares hacia el espacio de extracción de los segundos molares, esto ya es prácticamente una curiosidad histórica debido al sistema de fuerzas desfavorable que genera y a la necesidad de una cooperación excelente por parte del paciente. Además, como cabría esperar, el anclaje palatino proporciona mejores resultados al distalizar los primeros molares cuando se elimina la resistencia de los segundos molares. Con ambos métodos

de tratamiento, lo más que cabe esperar es una distalización a corto plazo de 4-5 mm del primer molar, aunque se haya extraído el segundo molar; y como ya hemos señalado anteriormente, es probable que gran parte de este efecto se pierda a largo plazo.

Con el anclaje esquelético se puede conseguir una mayor distalización de los primeros y segundos molares, pero hay que considerar la posibilidad de extraer los segundos molares superiores si los terceros molares están razonablemente bien formados. Presumiblemente, utilizando el anclaje esquelético existiría el mismo 75-80% de probabilidades de que los terceros molares sustituyeran satisfactoriamente los segundos molares que si se utilizara un casquete para la distalización.⁹

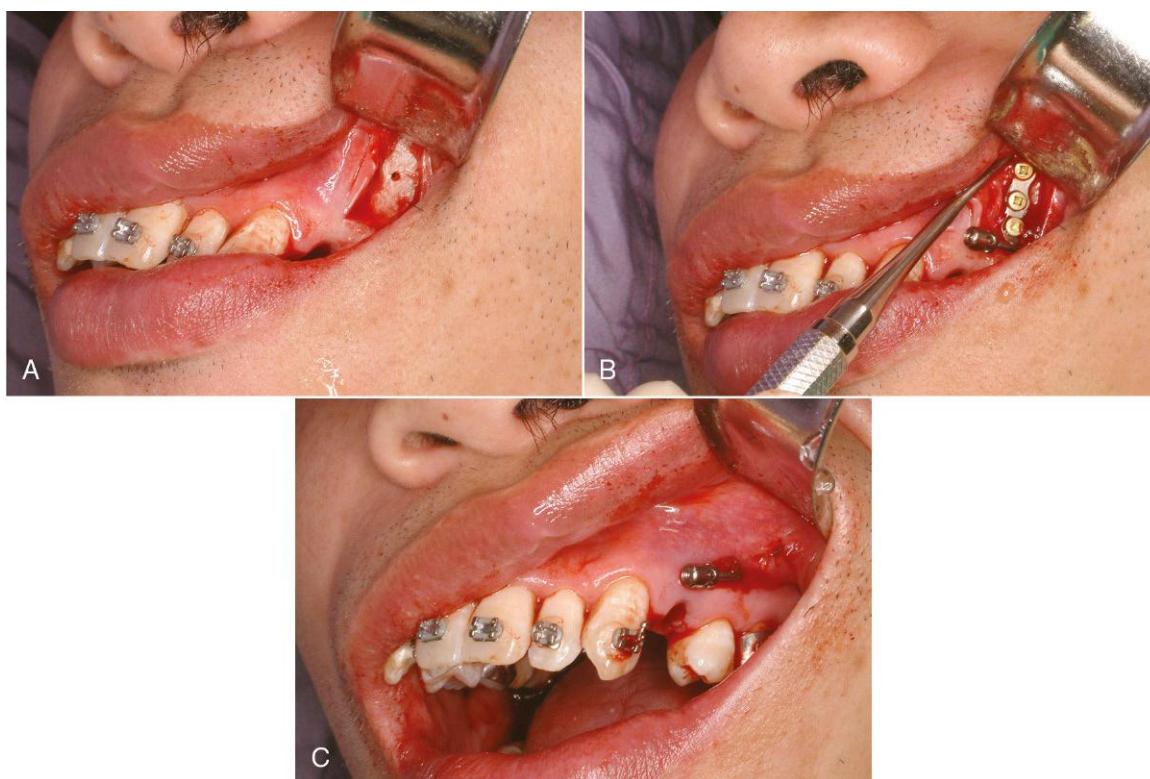


FIGURA 15-7 Colocación de un anclaje óseo para la retrusión máxima de los incisivos superiores protruidos. **A.** Exposición de la zona del contrafuerte cigomático, orificio inicial para fresar la zona del tornillo. **B.** Anclaje en posición, asegurado con tres tornillos óseos. **C.** Tejido blando cubriendo el anclaje. En la boca solo se expone el tubo para el anclaje de un resorte de retención.

En ocasiones, está indicada la distalización molar unilateral, generalmente cuando existe una maloclusión de clase II unilateral y una discrepancia en la línea media dental. La extracción de un segundo molar facilita este tratamiento, y el tercer molar suele reemplazar bastante bien al segundo molar ausente (fig. 15-8). Para este tratamiento se puede emplear un casquete cervical unilateral, pero en la actualidad se recomienda claramente el anclaje esquelético.

Con un casquete o un anclaje palatino es difícil distalizar demasiado los dientes superiores. El anclaje esquelético resulta tan eficaz que puede producir una sobrerretracción de los incisivos superiores, lo que evidentemente conlleva un camuflaje insatisfactorio. Debido a ello, es especialmente importante establecer la posición final deseada de los incisivos al planificar el tratamiento, y controlar después el movimiento dental para alcanzar este objetivo. En cierto sentido, los dispositivos de anclaje temporal (DAT) nos permiten hacer lo que solo la cirugía podía conseguir anteriormente: retraer mucho la dentición superior.

Desplazamiento dental anteroposterior diferencial, aprovechando los espacios de extracción

Como ya se ha comentado en el capítulo 7, existen en ortodoncia dos razones para la extracción dental: 1) conseguir espacio para alinear los incisivos apiñados sin producir una protrusión

excesiva, y 2) camuflar o moderar las relaciones maxilares de clase II o clase III cuando no es viable la corrección por modificación del crecimiento. El paciente con maloclusión de clase II (o III) y apiñamiento plantea un problema muy especial, ya que no es posible utilizar el mismo espacio para tratar ambos defectos. Cuanto más espacio se necesite para la alineación, menos quedará al movimiento diferencial para el camuflaje, y viceversa.

Una parte importante del plan de tratamiento consiste en decidir qué dientes van a extraerse y cómo van a cerrarse los espacios de extracción (mediante la retrusión de los incisivos, la movilización mesial de los dientes posteriores o alguna combinación de ambas). La mecánica ortodóncica dependerá de estas decisiones.

Camuflaje de clase II mediante la extracción de los primeros premolares superiores

A finales de la década de los ochenta, algunos odontólogos propusieron que la extracción de los primeros molares superiores podría producir después problemas de disfunción temporomandibular (DTM). La teoría (si es que sus partidarios tenían alguna) consistía en que la retracción de los incisivos superiores provocaría inevitablemente interferencias entre los incisivos, y esto causaría DTM. Esta teoría no fue respaldada nunca por ninguna prueba, y los datos experimentales han permitido refutarla.^{10,11} Es muy importante limitar la extracción de los primeros molares como tratamiento para camuflar la maloclusión de clase II a los candidatos apropiados, y no retraer excesivamente los incisivos; pero si se elige esta técnica, puede ser un método de tratamiento excelente.

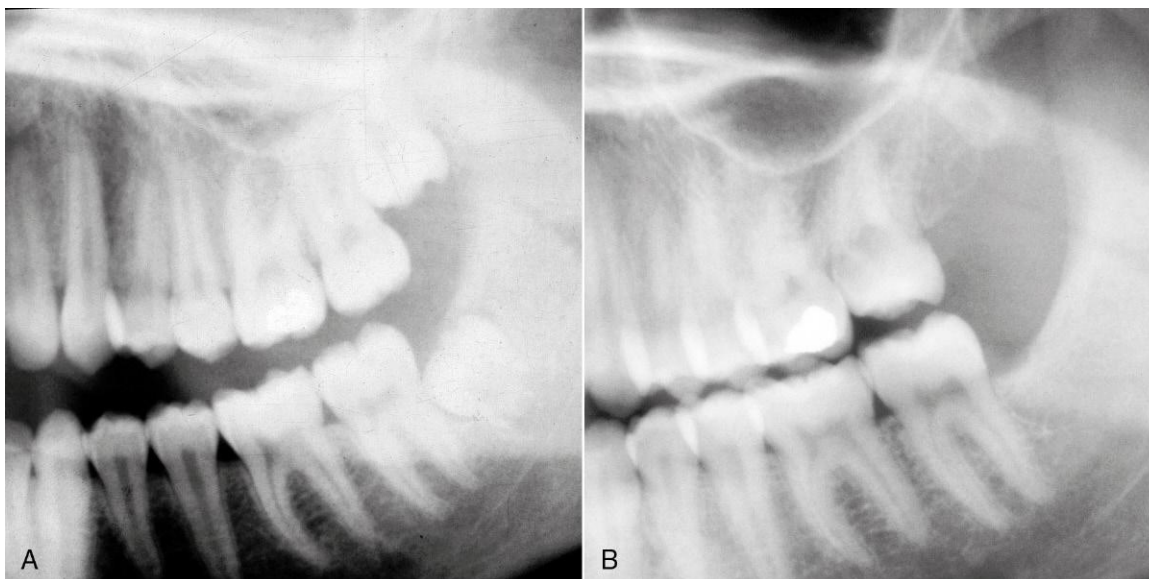


FIGURA 15-8 A. El plan de tratamiento para este paciente incluía la extracción del segundo molar superior izquierdo, para que el primer molar y los premolares de ese lado pudieran moverse distalmente y corregir un cabeceo en la arcada superior. B. Tras el tratamiento, una vez que el tercer molar ha erupcionado ya hacia el hueco de extracción del segundo molar. Finalmente, se planificaría la extracción de los otros tres terceros molares. Un tercer molar superior adecuadamente formado puede ser un sustituto válido para un segundo molar extraído, y suele erupcionar de un modo que facilita esta sustitución.

El objetivo de este método es el de mantener las relaciones molares de clase II existentes y cerrar el espacio de extracción de los primeros premolares, exclusivamente mediante la retrusión de los incisivos prominentes (fig. 15-9). Hay que reforzar el anclaje posterior superior, pero está específicamente contraindicado el método de los elásticos de clase II desde el arco dental inferior a menos que los incisivos inferiores se deban mover hacia delante (lo que rara vez es el caso). Las posibilidades que quedan son la aplicación de una fuerza extraoral sobre los primeros molares, el uso de un arco lingual de estabilización, la retrusión del segmento anterior superior con una fuerza extraoral directamente aplicada sobre esos dientes o el anclaje esquelético.

Con la fuerza extraoral puede lograrse un excelente refuerzo del anclaje posterior, siempre que se aplique de una forma constante y prolongada. Cuanto más constante sea el uso del casquete, menos necesario será un arco lingual de estabilización. Por el contrario, con un arco lingual de estabilización aumentan las posibilidades de que el paciente se aproveche del anclaje posterior de una forma ininterrumpida, mientras que con el casquete, las posibilidades son bastante menores.

Podríamos suponer que un arco lingual con un botón hacia el tejido palatino será más eficaz que un arco lingual transpalatino recto, si bien esto no es necesariamente cierto cuando se están estabilizando los primeros molares en un caso con extracción de premolares. El arco lingual actúa sobre todo evitando la rotación mesiolingual de los molares sobre su raíz palatina y, en segundo lugar, impidiendo su inclinación mesial. Sin embargo, un arco lingual transpalatino recto (v. fig. 14-14) impide la rotación con la misma eficacia que uno con botón palatino, y en la mayoría de los casos la estabilización algo mejor que proporciona el botón palatino no compensa la irritación hística. Esto es cierto cuando se utiliza un arco lingual para estabilizar los molares, pero no cuando se emplea para estabilizar los premolares, como es el caso de la extracción de los segundos

premolares anteriormente comentada. Al verse arrastrados mesialmente, los premolares tienden más a inclinarse que a rotar, y se necesita un botón palatino en el arco lingual para estabilizarlos.

Además de la estabilización con fuerza extraoral y/o arco lingual, con la extracción de los primeros premolares superiores son válidas todas las estrategias que se describen en el capítulo 10 para reducir la tensión sobre el anclaje (es decir, minimizar la unión y la fricción, retruir los caninos por separado, anclaje esquelético) y pueden utilizarse según las necesidades en los casos de extracción de primeros premolares superiores.

Si se retraen los dientes anteriores prominentes de la arcada superior mediante un casquete fijado al arco de alambre (que a menudo recibe el nombre de casquete con gancho en J) se evita totalmente cualquier tensión sobre los dientes posteriores, y en otro tiempo fue una opción muy atractiva por ese motivo. Esta técnica tiene dos inconvenientes importantes: 1) como sucede con cualquier casquete que actúe durante muy pocas horas y genere demasiada fuerza, el sistema de fuerzas es muy desfavorable para el movimiento dental, y 2) se produce mucha trabazón y fricción, no solo por donde los dientes se deslizan a lo largo del arco de alambre sino también en el propio mecanismo del casquete, ya que los alambres que lo unen a los dientes suelen trabarse en sus manguitos protectores. Esto dificulta el control de la fuerza, y una fuerza neta más intensa en un lado que en el otro puede producir una respuesta asimétrica. De hecho, no es habitual si el espacio no se cierra antes en un lado que en el otro. Únicamente si se utiliza el casquete casi a tiempo completo (incluidas las horas de colegio) se conseguirá un movimiento dental eficiente. Por ambos motivos, raras veces se utiliza actualmente el casquete para la retracción directa del segmento de los incisivos.

En estos casos de extracción de los premolares, el anclaje esquelético es una forma muy sencilla de reforzar el anclaje, y normalmente es posible retraer satisfactoriamente los seis

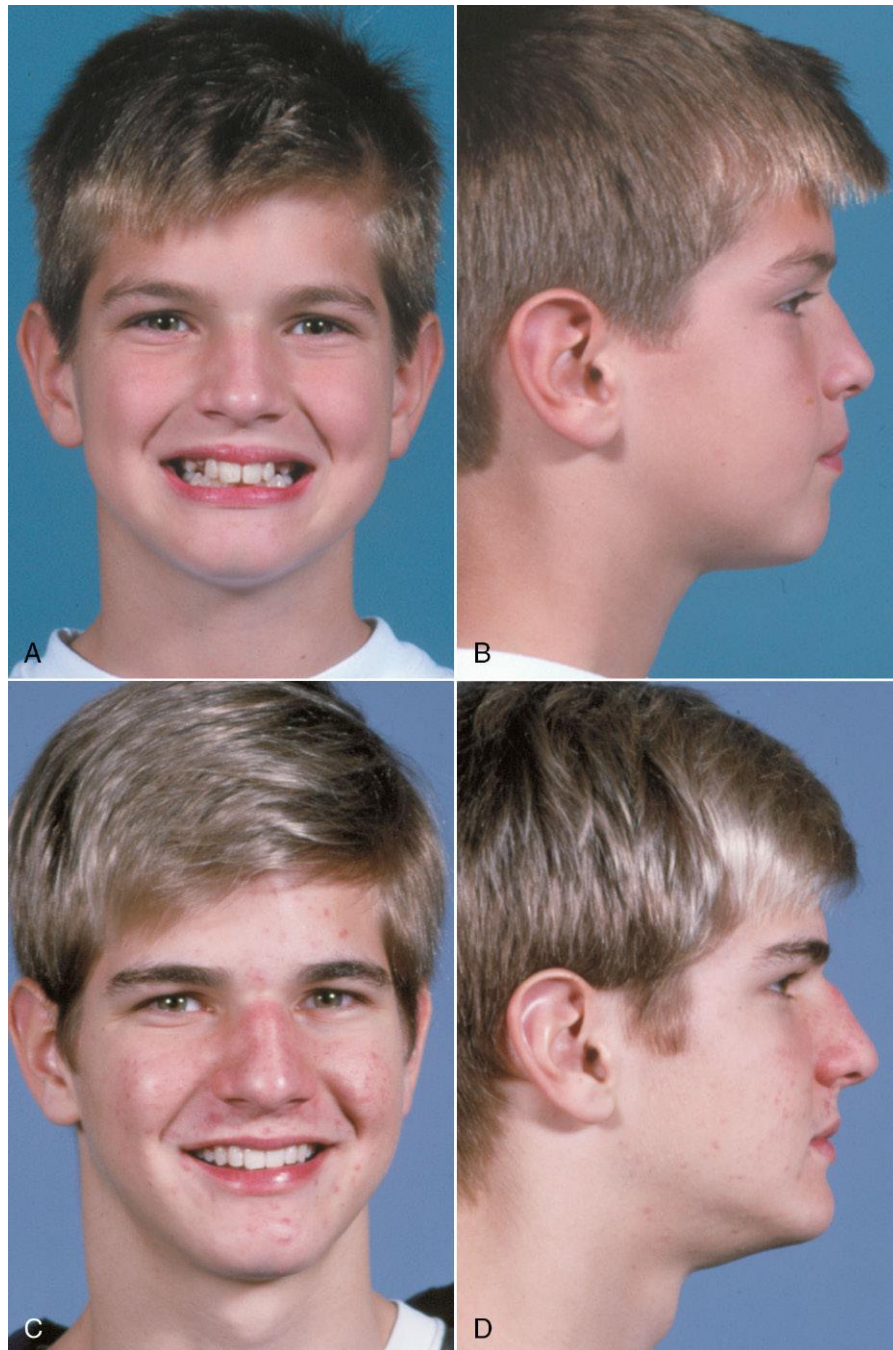
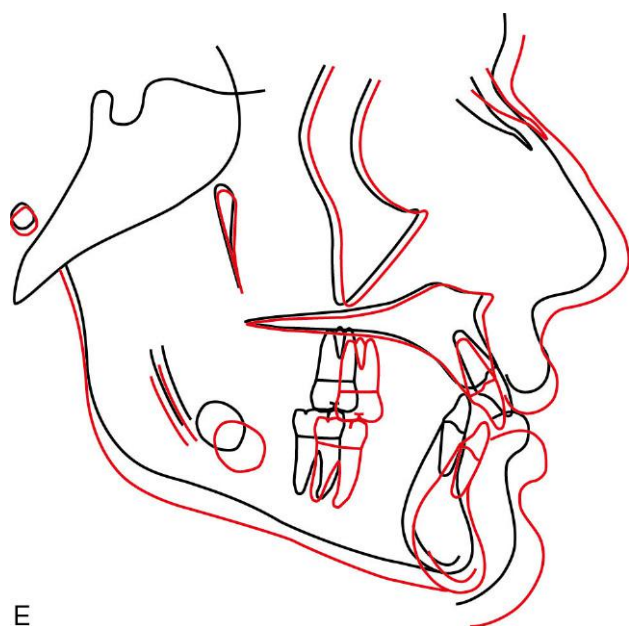


FIGURA 15-9 Efecto de la extracción de los premolares superiores en un paciente con una mala respuesta al tratamiento que intentó llevarse a cabo sin extracciones. **A y B.** Aspecto facial en el momento en que la protrusión excesiva de los incisivos superiores y la relación molar de clase II persistente llevó a la decisión de extraer los primeros premolares superiores. **C y D.** Un año después, al terminar el tratamiento.



E

FIGURA 15-9 (cont.) E. Superposición cefalométrica en el período de tratamiento con extracciones. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St. Louis: Mosby; 2003.)

dientes anteriores colocando un solo tornillo óseo entre el segundo premolar y el primer molar (v. fig. 10-48). En los adolescentes solo es necesario utilizar DAT si se desea conseguir la máxima retracción del segmento anterior sin elongar los incisivos, una situación que suele ser más frecuente en los adultos.

Extracción de los premolares superiores e inferiores

La corrección de las relaciones de clase II entre los segmentos bucales mediante la extracción de todos los primeros premolares supone que los segmentos posteriores inferiores tendrán que desplazarse anteriormente casi todo el tramo del espacio de extracción. Al mismo tiempo, los dientes anteriores superiores prominentes se retruirán sin un desplazamiento anterior de los segmentos bucales superiores. Ello implica a su vez (aunque no siempre) la necesidad de utilizar elásticos de clase II para favorecer el cierre de los espacios de extracción.

La técnica de Begg es un ejemplo clásico del empleo de elásticos de clase II para conseguir la movilización diferencial de los segmentos de arcos dentales y corregir simultáneamente las relaciones molares. En el método de Begg (tanto con el dispositivo actual como con el original), al comienzo de la segunda fase del tratamiento, se añaden ligeros elásticos intermaxilares para favorecer el cierre de espacios, y se mantienen los elásticos de clase II (fig. 15-10). Se incluye un doblez de anclaje en el arco de alambre superior para que el sistema de fuerzas generado por el propio arco de alambre incline hacia atrás los dientes anteriores superiores. En el arco inferior, el doblez de anclaje sirve para controlar el grado de inclinación mesial de los molares. Los elásticos de clase II refuerzan y acentúan el movimiento dental diferencial a lo largo de los arcos de alambre. Es importantísimo utilizar únicamente fuerzas ligeras para poder

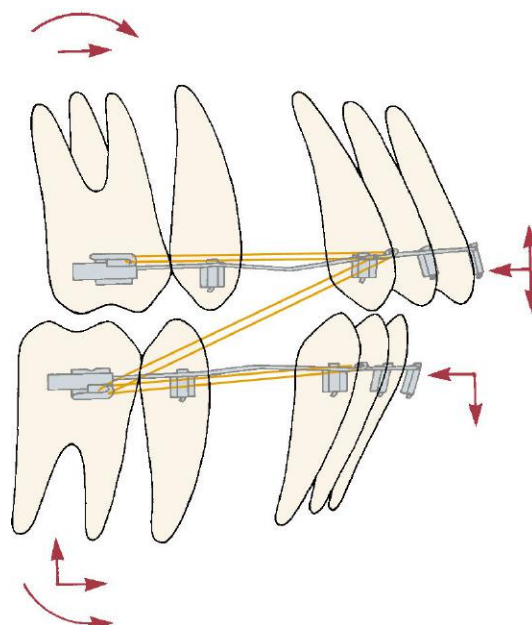


FIGURA 15-10 Representación esquemática de las fuerzas observadas en la segunda fase del tratamiento de Begg, en la que se combinan arcos de alambre base (gris) con dobleces de anclaje y elásticos intramaxilares y de clase II (naranja). Los dobleces de anclaje producen un avance en masa de los molares y permiten la inclinación lingual de los incisivos, sobre los que no actúa ningún momento. Estos dobleces deprimen además los incisivos y elongan los molares, a lo que se oponen los elásticos de clase II del arco superior, mientras lo favorecen los elásticos del arco inferior.

alcanzar niveles óptimos en los puntos en los que se desea la inclinación y conseguir que las fuerzas para el desplazamiento en masa se mantengan a un nivel subóptimo. Se utiliza el mismo método con el aparato Tip-Edge, que permite aplicar los principios mecánicos de Begg en las dos primeras fases de tratamiento y los principios mecánicos del arco de canto para la torsión durante el acabado.

Con el aparato del arco de canto, la anchura de los brackets impide cerrar adecuadamente los espacios inclinando las coronas como en la técnica de Begg, pero es posible organizar el anclaje para que se produzca el cierre de espacios por retrusión de los dientes anteriores superiores y protrusión de los segmentos posteriores inferiores, sin emplear elásticos de clase II. El mejor control se consigue con la técnica de arco segmentado, utilizando resortes para el cierre de espacios en cada arco fabricado específicamente para el tipo de cierre deseado (v. «Cierre de espacios de extracción», en este mismo capítulo).

Lo más habitual con el aparato de arco de canto es extraer los primeros premolares superiores y los segundos premolares inferiores, alterando así el valor de anclaje de ambos segmentos (fig. 15-11). Con este método, la mecánica habitual de cierre de espacios hace avanzar más los molares inferiores que los superiores, sobre todo si se refuerza el anclaje posterior superior con un arco lingual estabilizador o un casquete. Este patrón de extracción del primer premolar superior y del segundo premolar inferior simplifica en gran medida los mecanismos necesarios

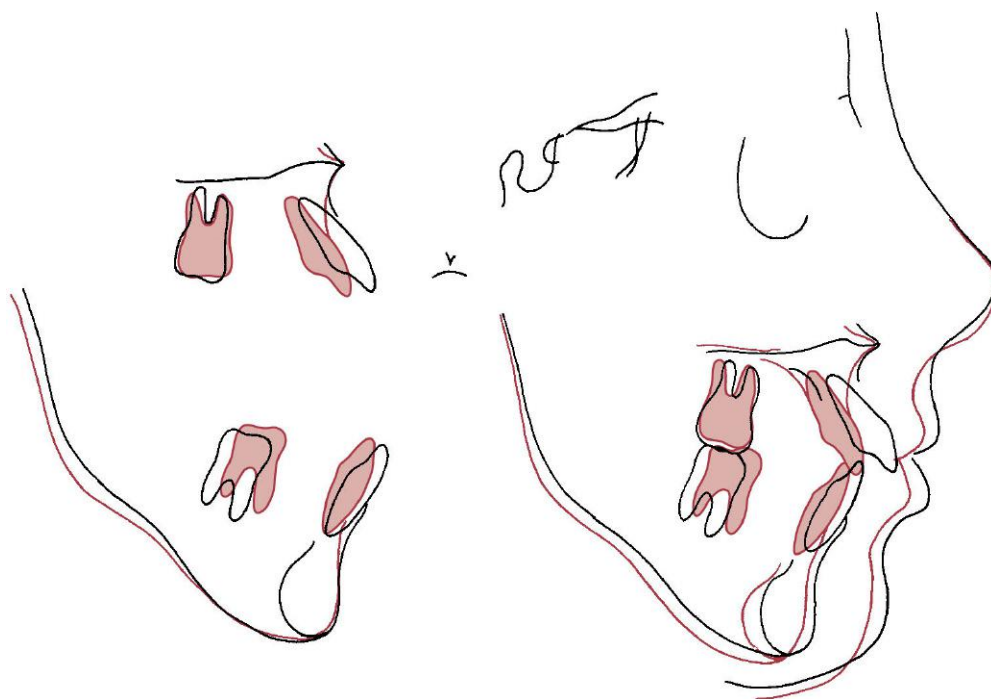


FIGURA 15-11 Superposiciones cefalométricas que muestran los resultados del tratamiento mediante la extracción de los primeros premolares superiores y los segundos premolares inferiores. Incluso con la extracción de los segundos premolares puede producirse alguna retrusión de los incisivos inferiores, pero la mayor parte del espacio se cerrará por el movimiento mesial del molar inferior. Este paciente adulto había dejado de crecer y se produjo una ligera rotación posteroinferior de la mandíbula.

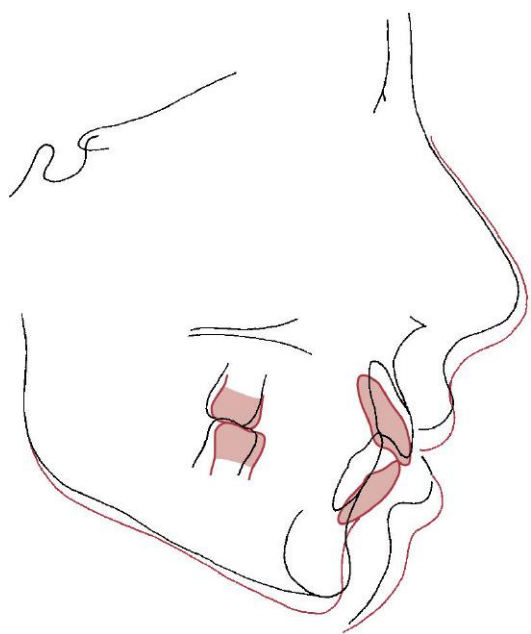


FIGURA 15-12 Superposición cefalométrica en la que se aprecia la respuesta al tratamiento con elásticos de clase II en el caso de una chica en la que este fue el método principal para corregir una maloclusión de clase II. Se puede observar que, con arcos de alambre rectangulares, se produce una ligera torsión de los incisivos superiores. Los efectos de rotación que a menudo producen los elásticos de clase II han sido menos aparentes en esta paciente que en otros casos (v. también fig. 15-1), pero es típico un avance del arco inferior considerablemente mayor que la retrusión del arco superior. El grado de protrusión de los incisivos inferiores es indeseable, debido tanto a la protrusión labial como a la falta de estabilidad sin una retención permanente.

para el cierre diferencial de espacios mediante la técnica del arco de canto continuo.

Sin embargo, en ocasiones es difícil conseguir el movimiento mesial del primer molar inferior hacia el hueco de extracción del segundo premolar, en especial cuando se observa ausencia congénita del segundo premolar y se ha extraído el segundo molar temporal, ya que la reabsorción ósea reduce las dimensiones del reborde alveolar antes de que se pueda completar el cierre del espacio. Puede ser conveniente eliminar solo la raíz distal del segundo molar temporal, conservando la parte mesial del diente temporal (con una pulpotomía con hidróxido cálcico y una restauración provisional) hasta haber adelantado el diente permanente la mitad de la distancia total. A continuación, se puede extraer la otra mitad del diente primario y completar el cierre del espacio.¹²

Corrección molar mediante elásticos intermaxilares

Sin espacios de extracción, los elásticos de clase II producen la corrección molar fundamentalmente mediante un desplazamiento mesial de la arcada inferior, únicamente con una pequeña distalización de la arcada superior, y pueden inducir una protrusión excesiva de los incisivos inferiores (fig. 15-12). Cuando se desea adelantar ligeramente la dentición inferior, la magnitud de la fuerza variará dependiendo de la cantidad de inclinación que se pueda conseguir. Con un alambre rectangular perfectamente adaptado en la arcada inferior, se necesitan aproximadamente 250 g por cada lado para desplazar una arcada respecto de la otra. Con un alambre redondo ligero en el arco inferior, no debería utilizarse más de la mitad de

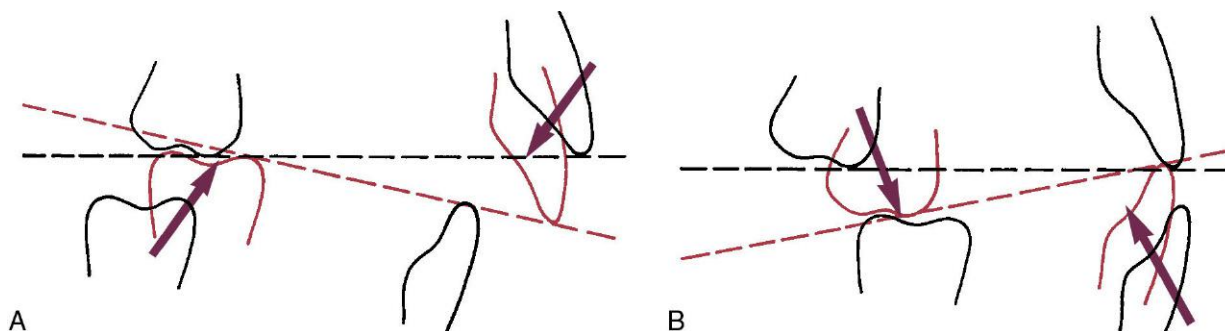


FIGURA 15-13 Rotación del plano oclusal con elásticos de clase II (A) y clase III (B). El patrón de rotación del plano oclusal permite corregir las relaciones molares, pero puede ser perjudicial en algunos casos, ya que la elongación de los molares puede provocar una rotación indeseable de la mandíbula o unas relaciones dentolinguales inadecuadas.

esta fuerza. Incorporando los segundos molares inferiores al aparato y fijando los elásticos a un gancho mesial en esos dientes, se incrementa el anclaje y se consigue una tracción más horizontal que si se enganchan los elásticos a los primeros molares.

Con o sin extracciones, conviene recordar que los elásticos de clase II no solo producen efectos anteroposteriores y transversales, sino también una fuerza vertical (fig. 15-13). Esta fuerza elonga los molares inferiores y los incisivos superiores, rotando el plano oclusal hacia arriba posteriormente y hacia abajo anteriormente. Si la extrusión de los molares supera al crecimiento vertical de la rama mandibular, la propia mandíbula rotará hacia abajo (v. fig. 15-12). Por consiguiente, los elásticos de clase II están contraindicados en pacientes que hayan dejado de crecer y no toleren una cierta rotación posteroinferior de la mandíbula. La rotación del plano oclusal facilita por sí misma la corrección deseada de la oclusión posterior, pero aunque podamos aceptar la elongación de los molares inferiores debido al buen crecimiento, la correspondiente extrusión de los incisivos superiores puede resultar antiestética.

En resumen, los elásticos de clase II pueden producir unas relaciones oclusales que parecen aceptables sobre los modelos dentales pero no son tan satisfactorias cuando se analizan las relaciones esqueléticas y la estética facial. Debido a ello, no suele ser una buena solución aplicar una fuerza de clase II muy intensa durante 9-12 meses como método principal para corregir una maloclusión de clase II. No obstante, sí suele ser aceptable utilizar elásticos de clase II durante 3 o 4 meses al concluir el tratamiento de un paciente de clase II para conseguir una interdigitación posterior adecuada.

Camuflaje de clase III

Los elásticos de clase III tienen también un importante componente extrusivo, y tienden a elongar los molares superiores e incisivos inferiores (v. fig. 15-13, B). La elongación de los molares hasta el punto de rotar el maxilar inferior hacia abajo y hacia atrás es una consecuencia desastrosa del tratamiento de clase II, pero dentro de unos límites puede resultar beneficiosa en el tratamiento de un problema de clase III.

El camuflaje de clase III se basaría en una combinación de retracción de los incisivos inferiores y avance de los incisivos superiores y, por supuesto, solo tendría éxito si se corrigiera la maloclusión sin deteriorar el aspecto facial. Como ya hemos señalado previamente, es probable que la retracción de los incisivos inferiores acentúe la prominencia del mentón, en vez de reducirla. Por este motivo, no suele ser buena idea invertir el método más utilizado para el camuflaje de clase II, la extracción de los primeros premolares inferiores y los segundos premolares superiores con elásticos de clase III, en pacientes de origen europeo, que no suelen manifestar protrusión de los dientes inferiores y en muchos casos no pueden tolerar el aumento de la altura facial anterior que suelen inducir los elásticos de clase III. Esto puede resultar satisfactorio en los pacientes asiáticos, que a menudo muestran una protrusión de los incisivos inferiores respecto del maxilar inferior y tienen también más probabilidades de tolerar mejor la rotación posteroinferior del maxilar inferior.

Un mejor medio de camuflaje en los pacientes de origen europeo con un problema de clase III moderadamente grave consiste en extraer un incisivo inferior, con lo que se evita una retracción importante de los dientes inferiores, y desplazar al mismo tiempo los incisivos superiores en sentido vestibular, permitiendo una cierta inclinación de los mismos. A menudo, la combinación de unos incisivos inferiores enderezados y unos incisivos superiores proclinalos produce una oclusión dental aceptable en lugar del problema de tamaño dental previsible, pero siempre se debe realizar un montaje cuando se considera la posibilidad de extraer un incisivo inferior con el objeto de verificar el probable resultado oclusal.

En los pacientes de clase III de origen asiático (o con menos frecuencia, en otros) con una protrusión muy marcada de los incisivos inferiores, existe la posibilidad de utilizar un anclaje esquelético para retraer toda la arcada inferior y ayudar a corregir el problema (v. fig. 18-48). Normalmente, es necesario extraer los terceros molares para retraer la arcada dental inferior. Si se extraen los segundos molares para facilitar el movimiento distal, los terceros molares pueden erupcionar y constituir unos sustitutos satisfactorios, pero las probabilidades de conseguirlo son menores en la arcada superior; debido a ello, no se recomienda como tratamiento rutinario.

APIÑAMIENTO/PROTRUSIÓN DE CLASE I: CIERRE DE ESPACIOS DE EXTRACCIÓN

Para conseguir los resultados deseados en el cierre de espacios en los arcos dentales, es fundamental controlar el grado de retrusión de los incisivos y de protrusión de los molares y premolares. En el capítulo 10 se han analizado los conceptos biomecánicos relacionados con el control del anclaje posterior y el grado de retrusión de los incisivos. Esta sección se centrará en la mecanoterapia actual para el cierre de espacios con aparatos de arco de canto de ranuras de 18 y de 22.

Situaciones de anclaje moderado

La mayoría de los pacientes corresponden a la categoría de anclaje moderado; ello quiere decir que, una vez completada la alineación de los incisivos para corregir el apiñamiento, conviene cerrar lo que queda del espacio de extracción de los premolares con una proporción de retrusión anterior/protrusión posterior de 50:50 o de 60:40. Los distintos tamaños de alambres empleados con los aparatos de arco de canto de ranura de 18 y de 22 requieren una mecanoterapia diferente.

Tratamiento de anclaje moderado con arco de canto de ranura de 18: bucles de cierre

Aunque puede utilizarse el deslizamiento o los bucles, el aparato de ranura de 18 con brackets sencillos o dobles y estrechos sobre los caninos y los premolares está especialmente indicado para el empleo de bucles de cierre sobre arcos de alambre continuos. Los arcos con bucles de cierre deben ser de alambre rectangular para evitar que el alambre se enrolle en las ranuras de los brackets. Con unos bucles de cierre adecuados en un arco de alambre continuo, se consigue aproximadamente un cierre de 60:40 del espacio de extracción, si solo se incluyen en la unidad de anclaje el segundo premolar y el primer molar y se permite algún enderezamiento de los incisivos (inclinación distal). Es posible conseguir mayor retrusión incluyendo el segundo molar en la unidad de anclaje, y menos si se busca la torsión de los incisivos.

Desde el punto de vista teórico, el funcionamiento de un bucle de cierre depende de tres características fundamentales: sus propiedades elásticas (es decir, la cantidad de fuerza que suministra y el modo en que varía la fuerza en la medida en que se mueven los dientes); el momento que genera, para poder controlar la posición radicular, y su posición en relación con los brackets contiguos (es decir, su utilidad como doblez en simétrico o asimétrico en el arco de alambre). El funcionamiento clínico no solo depende de estas características, sino también de su conformidad con algunos principios de diseño adicionales, que se consideran a continuación:

Propiedades elásticas. Las propiedades elásticas de un bucle de cierre, un elemento crítico en su diseño, dependen en gran medida del material del alambre (actualmente, de acero o β -Ti), el tamaño del arco de alambre y la distancia entre los puntos de anclaje. Esta distancia depende a su vez en gran medida de la cantidad de alambre que incluya el bucle, así como de la distancia entre los brackets. Pueden fabricarse bucles de cierre con propiedades equiparables con alambres de diferentes tamaños,

incrementando la cantidad de alambre que lleva el bucle en proporción directa con el tamaño del alambre y viceversa. Con alambres de mayor elasticidad inherente o menor sección, pueden emplearse bucles de diseño más sencillo.

En la figura 15-14, tomada del libro de Booth con alambres de acero,¹³ se ilustran los efectos que tienen sobre las propiedades elásticas de un bucle de cierre de acero el tamaño del alambre, el diseño del bucle y la separación entre brackets (por supuesto, la cantidad de alambre que lleve el bucle dependerá de la combinación de estos dos últimos parámetros). Como era previsible, se observa que las alteraciones en el tamaño del alambre producen los mayores cambios en las características, pero también es importante la cantidad de alambre que lleva el bucle. Ese mismo efecto relativo se observaría con el alambre de β -Ti. El β -Ti producirá una fuerza significativamente menor que el acero con cualquier tamaño de alambre o diseño de bucle.

Momentos de paralelismo radicular. Para cerrar un espacio de extracción y producir al mismo tiempo un movimiento dental en masa, un bucle de cierre no debe generar solo una fuerza de cierre, sino también los momentos adecuados para juntar los ápices radiculares en el espacio de extracción. Como ya se ha comentado en el capítulo 9, para el movimiento en masa el momento de la fuerza utilizada para mover el diente debe estar equilibrado con el momento de un par. Si el centro de resistencia está a 10 mm del bracket, un canino que se va a retruir con una fuerza de 100 g debe recibir también un momento de 1.000 g/mm si el movimiento se va a realizar en bloque. Si el bracket tiene una anchura de 1 mm, el arco de alambre deberá producir una fuerza vertical de 1.000 g a cada lado del bracket.

Este requisito para generar un movimiento limita la cantidad de alambre que es posible incorporar para aumentar la elasticidad de un bucle de cierre, ya que si el bucle es demasiado flexible, no podrá generar los momentos necesarios, aunque la fuerza de retrusión sea satisfactoria. También se verá afectado el diseño del bucle. Si colocamos parte del alambre del bucle en dirección horizontal, en vez de vertical, mejoramos su capacidad para suministrar los momentos necesarios para evitar la inclinación. Debido a este efecto y a que un bucle muy alargado verticalmente puede irritar los tejidos blandos, es preferible emplear un bucle de cierre de solo 7-8 mm de altura que incorpore 10-12 mm de alambre (es decir, un bucle en forma de delta, L o T).

Si los brazos de un bucle de cierre fueran paralelos antes de su activación, la apertura del bucle los colocaría en un ángulo que generaría un momento en la dirección deseada. Los cálculos demuestran que se necesitarían bucles inaceptablemente altos para generar de este modo los momentos adecuados,¹⁴ de manera que deben generarse momentos adicionales con dobleces en aguilón (o su equivalente) al colocar el bucle en la boca. Siatkowski ha propuesto una buena solución, con un bucle Opus que consiste en diseñar un bucle de cierre que proporcionaría cocientes momento/fuerza óptimos y casi constantes con unas activaciones variables (fig. 15-15).¹⁵

Posición del bucle. Un último factor mecánico que influye en el funcionamiento de un bucle de cierre es su posición en el segmento de alambre entre dos brackets contiguos. Gracias a sus dobleces en aguilón, el bucle de cierre funciona como un doblez en V dentro del arco de alambre, y el efecto de un doblez en V depende fundamentalmente de su posición. Solo si se sitúa en el centro del segmento produce fuerzas y pares idénticos sobre los dientes contiguos (v. figs. 9-40 y 9-41). Si está a un tercio

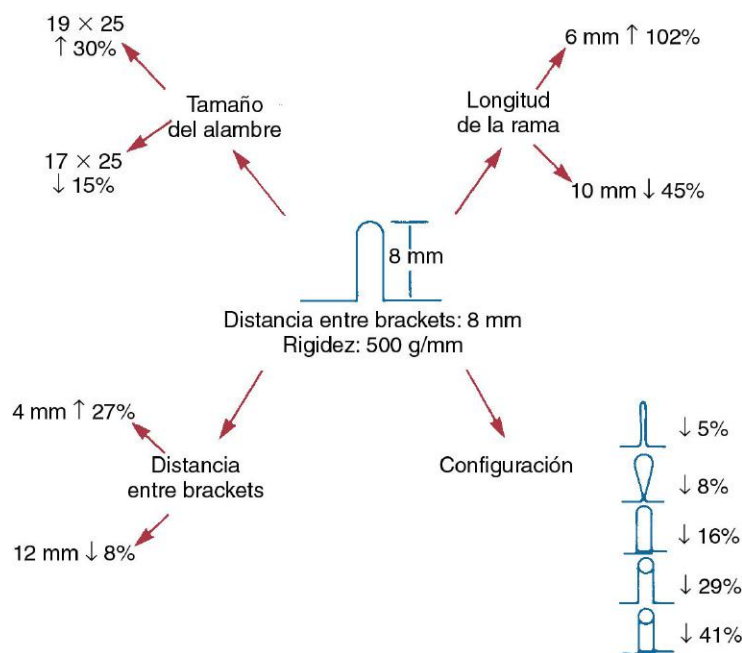


FIGURA 15-14 Efectos de cambiar diferentes aspectos de un bucle de cierre en un arco de alambre. Se puede observar que un bucle vertical de 8 mm en un alambre de 18 x 25 produce el doble de fuerza que la deseada, de 250 g/mm. Las principales opciones para conseguir bucles clínicamente satisfactorios consisten en reducir el tamaño del alambre, o en incorporar más alambre cambiando la longitud de las ramas, la distancia entre los brackets y/o la configuración de los bucles. (Reproducido a partir de Booth FA. MS Thesis: Optimum Forces with Orthodontic Loops. Houston: University of Texas Dental Branch; 1971.)

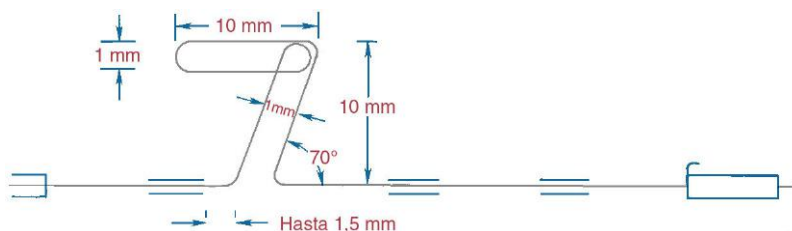


FIGURA 15-15 El bucle de cierre Opus diseñado por Siatkowski permite un excelente control de las fuerzas y los momentos, de modo que es posible controlar adecuadamente el cierre del espacio. El bucle puede ser de alambre de acero de 16 x 22 o 18 x 25, o de alambre TMA de 17 x 25. Para activarlo, se aprieta distalmente por detrás del tubo molar, y puede ajustarse para producir una retrusión máxima, moderada o mínima de los incisivos; pero como todos los mecanismos de cierre de gran rango de acción, hay que controlarlo estrechamente. (Reproducido a partir de Siatkowski RE. Am J Orthod Dentofac Orthop 112:393-402, 484-495, 1997.)

de la distancia entre los brackets contiguos, inducirá extrusión sobre el diente más cercano al bucle, que soportará un momento considerable que acercará su raíz al doblez en V, mientras que el diente más alejado soportará una fuerza de intrusión, pero no experimentará ningún momento.¹⁶ Si el doblez en V o el bucle se encuentran a menos de un tercio de la distancia, el diente más alejado no experimentará ninguna intrusión, pero soportará un momento que alejará la raíz del doblez en V (algo que casi nunca es deseable).

Para el uso rutinario de bucles de cierre de seguridad (que se describirán más adelante), la mejor posición para un bucle es el punto que constituirá el centro de la tróncera cuando se cierre el espacio (fig. 15-16). Ello significa que si se ha extraído el primer premolar, el bucle de cierre debe situarse alrededor de 5 mm distal al centro del canino. El efecto conseguido es como si se colocara inicialmente el bucle en la posición de un tercio en relación con el canino. El momento sobre el premolar aumenta según se va

cerrando el espacio. Esto no es lo más idóneo para conseguir el máximo anclaje posible, pero es algo inevitable cuando se utiliza un bucle en un arco de alambre continuo. Debido al diseño del bucle Opus, es necesario colocarlo en una posición excéntrica a 1,5 mm del bracket mesial (canino); de este modo, resulta más eficiente que el diseño del bucle sencillo, pero también más difícil de manipular en la práctica clínica.

Consideraciones adicionales sobre el diseño. Un principio importante al diseñar el bucle de cierre es que debe ser lo más «seguro» posible. Esto significa que, aunque con cada activación se busca un rango de acción razonable, el movimiento dental debe cesar después de un rango de movimiento prescrito, a pesar de que el paciente no vuelva para someterse al ajuste programado. Un rango de acción excesivo, con una flexibilidad exagerada, podría ejercer efectos desastrosos si se combinaran un resorte deformado con una serie de incomparencias consecutivas. Por consiguiente, un bucle de diseño idóneo debe suministrar una

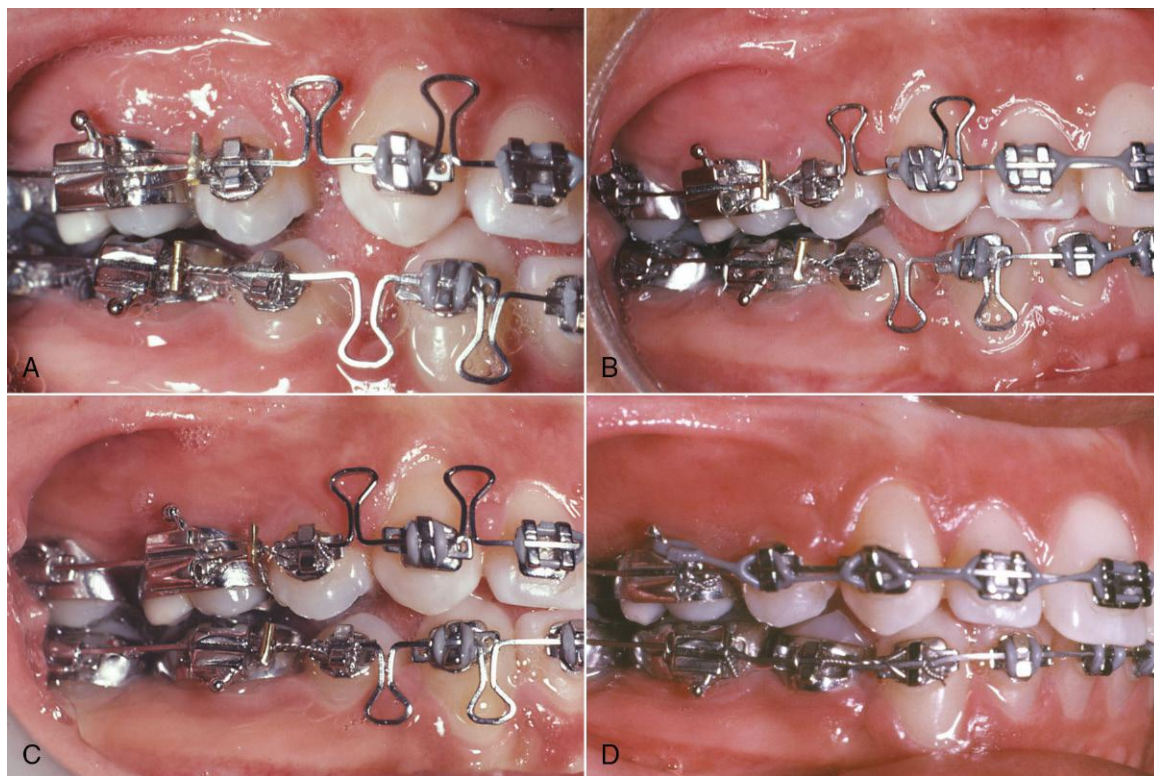


FIGURA 15-16 Fases en el cierre de espacios con bucles de cierre preformados en un aparato de ranura de 18. **A.** Bucle de cierre de 16×22 en el momento de la activación inicial, tras haber completado la alineación y la nivelación de la primera fase. Pueden verse los bucles de cierre y los puntos de ligadura soldados para la activación. **B.** Tres meses después. **C.** Espacios cerrados a los 4 meses. **D.** Alambre de β -Ti de 17×25 para empezar la fase de acabado del tratamiento.

fuerza continuada y controlada para producir un movimiento dental a una velocidad aproximada de 1 mm por mes, pero no debe incluir un rango superior a 2 mm para que el movimiento cese si el paciente no comparece a dos sesiones mensuales consecutivas.

También es importante que el diseño sea lo más sencillo posible, ya que las configuraciones más complejas son más difíciles de fabricar clínicamente, así como más propensas a la rotura o a la deformación. Como demuestra muy gráficamente el análisis mecánico del bucle Opus, se requiere un diseño relativamente complejo para controlar adecuadamente los cocientes momento/fuerza. Siempre se debe sopesar el riesgo de que se produzcan problemas clínicos debido a la complejidad, con la eficacia potencialmente superior de los diseños más complicados. Todavía no se ha establecido si el bucle Opus es lo bastante sencillo y robusto como para funcionar adecuadamente en el uso clínico habitual. La experiencia clínica sugiere que el paciente ortodóncico adolescente medio puede destruir casi cualquier aparato ortodóncico que no sea considerablemente resistente a la deformación.

Existe un tercer factor relacionado con el diseño: ¿un bucle es más eficaz si se abre o si se cierra? En igualdad de condiciones, un bucle es más eficaz cuando se cierra para activarlo que cuando se abre. Por otra parte, un bucle diseñado para ser abierto puede estar hecho de tal manera que cuando se cierra por completo, las ramas verticales entran en contacto, por lo que impiden una mayor movilización y producen el efecto deseado del margen de seguridad (fig. 15-17). Por el contrario, las ramas verticales de un bucle que se activa cuando se cierra deben superponerse. Ello da

lugar a un escalón transversal y el arco de alambre no presenta la misma rigidez cuando está desactivado. Cuanto menor y más flexible sea el alambre del que está hecho un arco con bucles de cierre, más importante será que el alambre se vuelva rígido al desactivarse.

Recomendaciones clínicas. Estas consideraciones técnicas sugieren que un bucle de cierre idóneo para el aparato de ranura de 18 es un bucle de alambre de acero de 16×22 con forma de delta que se active al abrirlo, como se muestra en la figura 15-17. Este alambre encaja bastante bien en un bracket de 18×25 mil para permitir un adecuado control de la posición radicular. Con 10 mm de alambre en el bucle, la fuerza suministrada se aproxima al nivel ideal y el mecanismo dispone de un margen de seguridad, ya que el contacto entre las ramas verticales al desactivarse el bucle limita los movimientos entre unos ajustes y otros y aporta mayor rigidez al arco de alambre. Es importante activar la parte horizontal superior de un bucle en delta o en T, de manera que las ramas verticales se presionen ligeramente entre sí cuando el bucle no esté activado (fig. 15-18). De este modo, se garantiza también que el bucle seguirá siendo activo hasta que las ramas contacten entre sí.

Con alambre de 16×22 y un bucle de diseño delta (para que el mecanismo sea seguro) con una activación de 1-1,5 mm, y con unos brackets de ranura estrecha de 18, se necesita un doblez en aguilón de unos 20° en cada lado para conseguir un cociente adecuado entre el momento del par y el momento de la fuerza (cociente M_p/M_F) (fig. 15-19). Con brackets más anchos, un doblez en aguilón más pequeño generaría el mismo

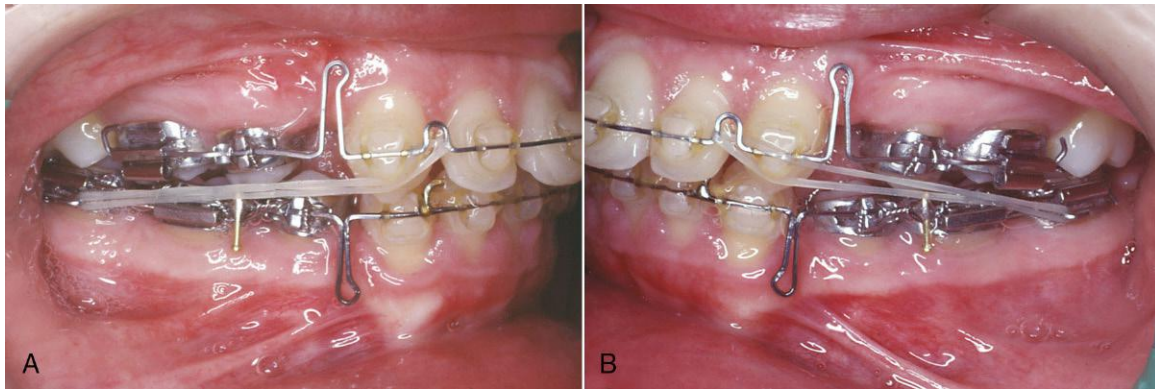


FIGURA 15-17 A y B. Bucles de cierre de 8 mm en alambre de 16×22 utilizados en este paciente junto con elásticos de clase II. Se puede apreciar que el bucle maxilar ha sido activado tirando del alambre a través del tubo maxilar y doblándolo hacia arriba. En el arco mandibular, el bucle no está activado en estos momentos y se observa la aproximación de las ramas para formar un arco de alambre rígido. El arco de alambre inferior lleva un punto de ligadura mesial al primer molar, por lo que puede activarse efectuando una ligadura desde los dientes posteriores hasta el alambre, en lugar de doblar el extremo del alambre distal al tubo molar.

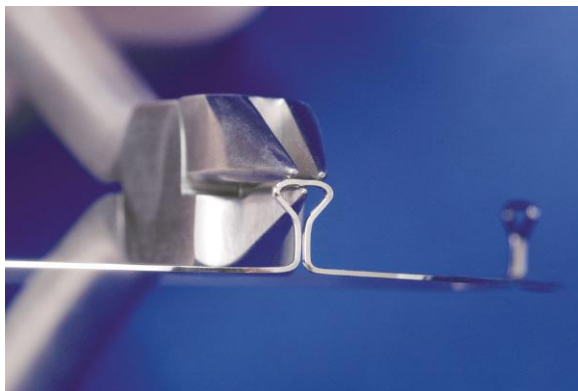


FIGURA 15-18 Si están separadas, es posible usar un alicate de tres puntas para juntar las ramas verticales de un bucle de cierre. Las ramas deben tocarse ligeramente antes de activar el bucle mediante su apertura.

momento. Con el mismo bucle en un alambre más rígido (p. ej., de 17×25), un doblez en aguilón de cualquier tamaño producirá un momento mayor que en un alambre de 16×22 . Sin embargo, conviene recordar que el movimiento de los dientes depende del cociente M_p/M_F , de modo que con un alambre más rígido y la misma activación se generará una fuerza más intensa y se necesitará un momento mayor. Pueden conseguirse cocientes de momento/fuerza óptimos con distintas combinaciones de tamaño de alambre, configuración de bucle y ángulo del doblez en aguilón y, como ha demostrado Siatkowski, se pueden mantener con una gran variedad de activaciones a costa de la complejidad del diseño.

Un arco de alambre con un bucle de cierre se activa traccionando distalmente de la parte posterior del arco de alambre a través de los tubos molares para activar el bucle de cierre a la distancia deseada (1-1,5 mm), y fijando seguidamente el alambre en esa posición. El alambre solo se desliza por los brackets y los tubos cuando está siendo activado. Más adelante, al ir recuperando su configuración original, los dientes se mueven con el arco de alambre, no a lo largo del mismo, por lo que no existe resistencia al deslizamiento. Existen dos formas de mantener el arco de alambre en su posición activada. La más sencilla consiste en doblar gingivalmente el extremo del mismo

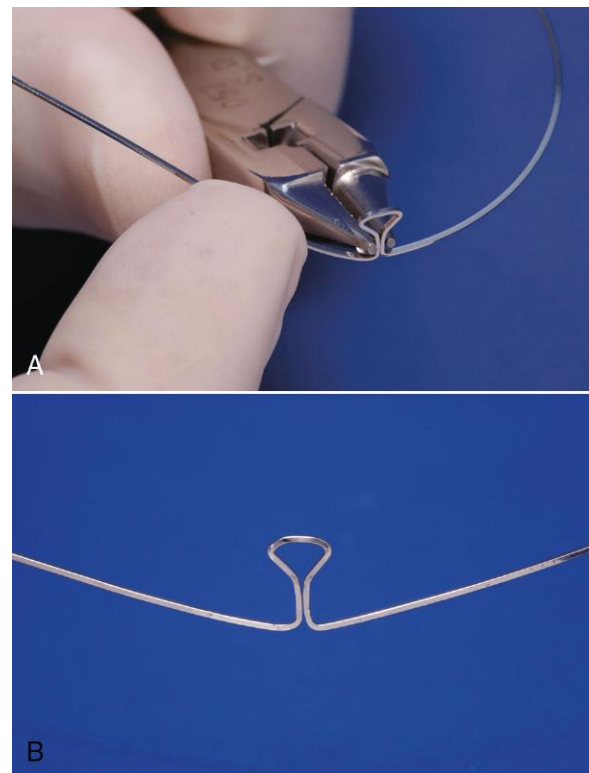


FIGURA 15-19 Dobleces en aguilón para un arco de alambre con un bucle de cierre. A. Los dobleces en aguilón se fabrican doblando el alambre a la altura de la base del bucle. B. Dobleces en aguilón adecuados para un bucle de cierre de 16×22 (40-45° en total, la mitad a cada lado).

por detrás del último tubo molar. El otro método consiste en colocar un anclaje en la parte posterior del arco de alambre (normalmente un punto de ligadura soldado como el de la fig. 15-16) para poder emplear una ligadura para fijar el alambre en su posición activada.

Con un bucle de cierre de 16×22 suele ser necesario retirar el arco de alambre y reactivar los dobleces en aguilón después de

cerrar 3-4 mm de espacio, pero en la mayoría de las sesiones todo lo que se precisa es una reactivación rápida durante el cierre del espacio. Como norma general, si se prevé que no habrá que retirar el arco de alambre con bucles de cierre para efectuar ajustes (es decir, la distancia que hay que cerrar es de 4 mm o menor), bastará con doblar el extremo posterior del alambre. Sin embargo, puede ser bastante difícil retirar un arco de alambre que ha sido activado doblando el extremo, y a la larga se ahorra tiempo si se utilizan puntos de ligadura para los arcos de alambre con bucles de cierre que hay que retirar y reajustar.

Las recomendaciones concretas para el empleo de arcos de alambre con bucles de cierre con el aparato de ranura de 18 y brackets estrechos son:

1. Un alambre de 16×22 , bucles en forma de delta o de T, una altura vertical de 7 mm y un alambre adicional incorporado dentro de la parte horizontal del bucle para que equivalga a una altura vertical de 10 mm.
2. Dobleces en aguilón de $40-45^\circ$ en total (la mitad a cada lado del bucle).
3. Ubicación del bucle 4-5 mm distal al centro del canino, en el centro del espacio entre el canino y el segundo premolar una vez cerrado el espacio de extracción.

Por supuesto, estas recomendaciones no son las únicas posibilidades que dan resultados clínicos satisfactorios. Como norma general, si se emplea un alambre más grueso (p. ej., de 17×25 mil), hay que modificar el diseño del bucle para que incluya más alambre y tenga mejores características de fuerza-desviación. Además, es necesario ajustar las angulaciones en aguilón en función de la elasticidad del bucle y la anchura de los brackets. Por ejemplo, con brackets anchos sobre los caninos, la rigidez de un bucle aumenta algo al disminuir la separación entre brackets, y este efecto y la mayor longitud del brazo del momento obligan a reducir la angulación en aguilón, pero así disminuye el recorrido del bucle, motivo por el cual no se recomiendan los brackets anchos cuando se vayan a utilizar bucles de cierre.

Cierre de espacios con anclaje moderado con el aparato de canto de ranura de 22

Como norma general, el cierre de espacios en las situaciones de anclaje moderado con el aparato de arco de canto de ranura de 22 se realiza en dos fases para controlar mejor el anclaje posterior: primero se retruyen los caninos, deslizándolos por lo general a lo largo de un arco de alambre, y en segundo lugar se retruyen los cuatro incisivos, normalmente con un bucle de cierre. Con este cierre se consigue aproximadamente un cierre del espacio de extracción de 60:40, cifra que varía algo si se incluyen los segundos molares en el anclaje posterior y si hay que torsionar los incisivos, que es el mismo cociente que el del cierre en un solo paso con un bucle de cierre. Con el deslizamiento en masa se consigue un cierre de 50:50 en el mejor de los casos, incluso con alambres bidimensionales que son más pequeños en la parte posterior para intentar evitar la fricción (pero sin evitar la trabazón).

El mayor alambre que debe utilizarse para la retrusión de un canino por deslizamiento es el de 19×25 (ya que se necesita dejar un margen en la ranura del bracket), aunque también puede emplearse el de 18×25 . Se necesita un arco de alambre con un tope posterior, normalmente por delante del tubo del primer molar. Este tope produce el efecto de incorporar a la unidad de

anclaje a todos los dientes, excepto el canino. Se puede retruir el canino con un muelle, un resorte soldado al arco de alambre base o material elastomérico. Por lo general, son preferibles los muelles de A-NiTi porque generan una fuerza leve y constante que es casi ideal (fig. 15-20). Tanto las cadenas elastoméricas como los resortes helicoidales de acero generan fuerzas interrumpidas que decaen con rapidez.

Aparte de su conveniencia y sencillez, este tipo de cierre de espacios por deslizamiento tiene la importante ventaja de que proporciona un doble mecanismo de seguridad:

1. Los momentos necesarios para igualar las raíces son generados automáticamente por los brackets gemelos que suelen utilizarse con el aparato de ranura de 22. A menos que el arco de alambre se doble solo, no hay peligro de que los dientes se inclinen excesivamente (fig. 15-21).
2. El anclaje rígido del canino al arco de alambre continuo ideal elimina el riesgo de que ese diente se aleje demasiado de su ruta prevista si el paciente no vuelve para someterse a los ajustes programados. Ese es el motivo de que no resulte peligroso que los resortes de retrusión tengan un gran rango de acción, siempre que la fuerza no sea excesiva. La fuerza aproximada para inducir el deslizamiento distal de un canino es de 150-200 g, ya que se utilizarán al menos 50-100 g para vencer la unión y la fricción (v. capítulo 9). Un resorte de A-NiTi puede producir este nivel de fuerza, con un rango de acción lo bastante amplio como para permitir el cierre del espacio de extracción con una sola activación.

La segunda fase de la retrusión en dos etapas se suele llevar a cabo con un bucle de cierre, aunque es posible cerrar el espacio (que ahora es mesial a los caninos) volviendo a deslizar el arco de alambre por los brackets posteriores. Para esta fase de la retrusión de los incisivos, se requiere un alambre rectangular cuyo lado menor mida al menos 18 mil; los alambres de menor tamaño giran dentro de la ranura de 22 y permiten que los incisivos se inclinen durante la retrusión. Un alambre de acero de 18×25 con un bucle en T, aunque aún es demasiado rígido, es razonablemente bueno para este cometido y conserva su margen de seguridad. Aunque también se pueden incluir bucles en un alambre de 19×25 , las mejores características de fuerza-desviación

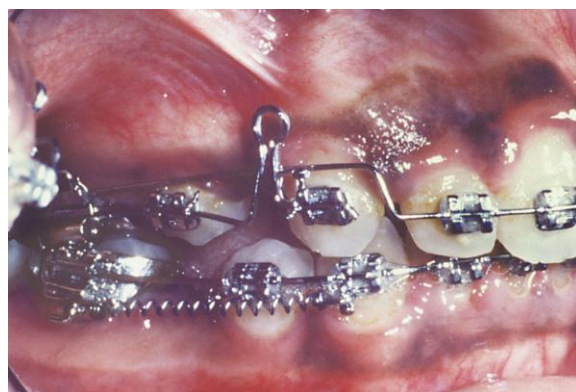


FIGURA 15-20 En este paciente con un aparato de ranura de 22, el cierre del espacio en el arco inferior se consigue con un resorte helicoidal de NiTi, mientras que se utiliza un bucle de cierre segmentario en el arco superior para la retrusión de los caninos. Se aprecia que el arco de alambre basal pasa sobre el canino.

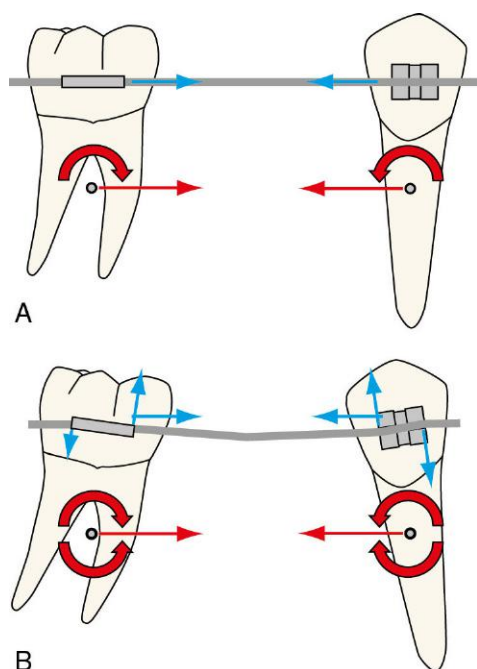


FIGURA 15-21 A. Cuando se aplica una fuerza de retracción sobre los brackets (flechas azules), el centro de resistencia soporta una fuerza de traslación y el momento de una fuerza que produce inclinación al principio (flechas rojas). B. Cuando los dientes se inclinan, el alambre se engancha en los bordes opuestos de los brackets, creando un par que se opone a la inclinación. Una vez que se ha producido un determinado grado de inclinación, se equilibran el momento del par y el momento de una fuerza y no se produce ya más inclinación. Este punto de equilibrio depende de la fuerza de retracción, de la rigidez del alambre, de la separación entre los brackets y de la anchura de los brackets.

del alambre de 18×25 lo convierten en la opción preferible; el bucle de 19×25 tiene que perder su diseño de seguridad o es demasiado rígido. Una tercera alternativa (en muchos casos, la opción de elección en la actualidad) es un bucle de cierre de alambre de β -Ti de 19×25 , que tiene mejores propiedades que el de acero de 18×25 (bastante parecido al acero de 16×22), pero una mayor dificultad para dar forma al arco de alambre.

Aunque el método en dos fases produce resultados predecibles y tiene excelentes características de seguridad (razones por las que se sigue usando con frecuencia), se tarda más en cerrar los espacios en dos fases que en una. Es posible utilizar un arco de alambre con bucles de cierre para el cierre en una fase (en masa) con el aparato de ranura de 22, de la misma forma descrita para el aparato de canto de ranura de 18. Existen varias posibilidades, aunque por desgracia ninguna es la ideal. El asa Opus tiene unas propiedades excelentes y se puede utilizar con ranura de 22 aunque resulte más eficaz con ranura de 18, dado el tamaño del alambre. Si se prefiere un diseño con margen de seguridad, puede plantearse la utilización de un bucle en T en acero de 18×25 o un alambre de β -Ti de 19×25 . Estas tres posibilidades proporcionan un control subóptimo de la torsión de la retrusión, ya que son mucho más pequeños que la ranura del bracket. Si se opta por el cierre en masa con el aparato de ranura de 22, es preferible aplicar la técnica de arco segmentado.

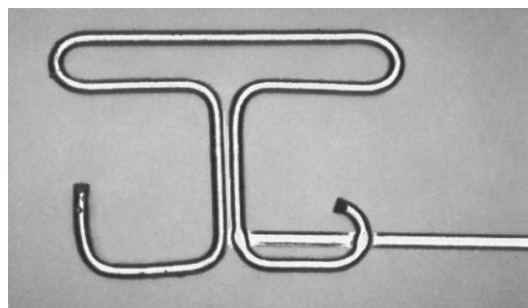


FIGURA 15-22 Los resortes compuestos de retrusión diseñados en la técnica de arco segmentado de Burstone constan de un alambre de β -Ti de 18 mil (el bucle) soldado a un alambre de β -Ti de 17×25 . Este resorte puede utilizarse tanto para la retrusión en masa de los incisivos como para la retrusión de los caninos.

La técnica de arco segmentado para el cierre de espacios¹⁷ se basa en la incorporación de los dientes anteriores en un único segmento, y los dientes posteriores derechos e izquierdos también en un solo segmento, conectando ambos lados con un arco lingual de estabilización. Para conectar estas bases estables se utiliza un resorte de retrusión (fig. 15-22), que se activa de forma variable para conseguir el patrón de cierre de espacios deseado. Dado que el resorte es independiente de las secciones de alambre que encajan en las ranuras de los brackets, se puede emplear un tamaño y un diseño de alambre con propiedades óptimas. Se necesita un tubo rectangular auxiliar (generalmente colocado en posición vertical) en el bracket del canino o en el segmento de alambre anterior para poder anclar los resortes de retrusión. El extremo posterior de cada resorte se encaja en el tubo auxiliar del primer molar. Con alambre de β -Ti, es posible simplificar notablemente el diseño del resorte de retrusión en comparación con el diseño necesario con alambre de acero. Estos resortes son muy eficaces, y con una cuidadosa activación inicial se puede conseguir un gran rango de movimiento antes de que sea necesaria una nueva activación.

El principal inconveniente del método de arco segmentado no es su gran complejidad, sino su falta de seguridad. Sin una rígida conexión entre los segmentos anterior y posterior, no hay nada que pueda mantener la forma del arco dental y las relaciones verticales correctas si un resorte de retrusión se distorsiona o es activado incorrectamente. Por esta razón, a pesar de los excelentes resultados que suelen obtenerse con los arcos segmentados y los resortes de retrusión, conviene controlar estrechamente a estos pacientes y no dejar que pase mucho tiempo sin someterlos a observación.

Máxima retrusión de los incisivos (anclaje máximo)

Las técnicas para conseguir una retrusión máxima combinan dos posibilidades. La primera consiste en reforzar el anclaje posterior por los medios apropiados, como la fuerza extraoral, los arcos linguales de estabilización, los elásticos intermaxilares y, más recientemente, el anclaje esquelético (indicado solo si el problema de protrusión es extremadamente grave). La segunda posibilidad es la de reducir la tensión sobre el anclaje posterior, combinando la eliminación de la resistencia al deslizamiento en el sistema de retrusión (como con bucles de cierre), la inclinación

y el posterior enderezamiento de los incisivos (como en la técnica de Begg) o la retrusión de los caninos por separado (como en la técnica de Tweed).

Máxima retrusión con el aparato de ranura de 18

Con el aparato de ranura de 18 se suele evitar la unión producida por el deslizamiento mediante el empleo de bucles de cierre, en tanto que la estrategia para controlar el anclaje no suele incluir la inclinación/enderezamiento. Para lograr la máxima retrusión de los dientes anteriores es posible seguir los siguientes pasos para potenciar el anclaje y reducir las tensiones sobre el mismo:

1. Añada arcos linguales de estabilización y proceda al cierre del espacio en masa. Aunque el aumento conseguido en el anclaje posterior es moderado, modifica la proporción entre retrusión anterior y protrusión posterior a aproximadamente 2:1.
2. Refuerce el anclaje posterior superior con una fuerza extraoral y (si fuera necesario) use elásticos de clase III desde el casquete de tracción alta para incrementar la fuerza de retrusión sobre el arco inferior, continuando al mismo tiempo con el cierre en masa. Dependiendo del grado de cooperación del paciente, es posible mejorar la retrusión, llegando incluso a una proporción de 3:1 o 4:1.
3. Retraiga los caninos por separado, empleando preferiblemente un bucle de cierre segmentado, y después los incisivos con un segundo arco de alambre con bucles de cierre. Combinando esta técnica con el empleo de arcos linguales de estabilización (necesarios para controlar los segmentos posteriores en la mayoría de los pacientes), se consigue un cociente de retracción de 3:1, pero debido a la mayor complejidad y necesidad de tiempo de tratamiento de este método en dos pasos, el anclaje esquelético resulta una opción mucho más práctica.
4. Use tornillos óseos para estabilizar los segmentos posteriores. Este paso representa el refuerzo definitivo del anclaje, y se usa actualmente para evitar el cierre de espacios en dos tiempos.

A continuación, se analizan con más detalle cada uno de estos métodos.

Refuerzo con arcos linguales de estabilización. Los arcos linguales de estabilización han de ser rígidos y estar hechos de alambre de acero de 36 mil o de 32 × 32. Pueden ir soldados a las bandas molares, pero conviene que resulte fácil retirarlos; los diseños de Burstone (v. capítulo 10) son los mejores.

Es importante que los arcos linguales de estabilización inferiores queden por detrás y por debajo de los incisivos inferiores, de modo que no interfieran en su retrusión. Si se emplea alambre redondo de 36 mil, es mejor insertar el arco inferior desde el lado distal del tubo molar que hacerlo desde el lado mesial. Los arcos linguales de estabilización superiores tienen un diseño transpalatino recto. Dada la conveniencia de que tengan la máxima rigidez para reforzar el anclaje, no es recomendable incluir un bucle de expansión en la sección palatina de este alambre, a no ser que exista una indicación específica para su inclusión.

Si son necesarios arcos linguales para controlar el anclaje, deberán colocarse durante la primera y la segunda fase del tratamiento, pero deberán retirarse una vez completado el cierre de

espacios. Su presencia durante la fase final del tratamiento, una vez cerrados los espacios de extracción, suele ser inútil y puede interferir en el establecimiento definitivo de la oclusión.

Refuerzo con casquete y elásticos intermaxilares. La aplicación de una fuerza extraoral sobre los segmentos posteriores superiores es un método obvio y directo para reforzar el anclaje. También puede aplicarse una fuerza extraoral sobre los segmentos posteriores inferiores, pero habitualmente es preferible usar elásticos de clase III para transferir la fuerza extraoral del arco dental superior al inferior.

El empleo de elásticos intermaxilares para reforzar el anclaje era una parte importante del método original de Tweed para conseguir la retrusión máxima de los dientes anteriores prominentes. En la técnica de Tweed para tratar la protrusión bimaxilar, «preparación del anclaje», conseguida mediante la inclinación distal de los molares y los premolares, se realizó antes del cierre del espacio. Mientras se preparaba el anclaje en la arcada inferior, se empleaban elásticos de clase III para mantener la posición de los incisivos inferiores. Después de haber retruido los incisivos inferiores, deslizando los caninos inicialmente y después, mediante el uso de un bucle de cierre, se estabilizaba el arco inferior y se empleaban los elásticos de clase II para preparar el anclaje, inclinando hacia atrás los molares superiores antes de retraer los incisivos superiores.

Aunque el método original de Tweed puede utilizarse con el aparato actual de ranura de 18, rara vez está indicado. El empleo prolongado de elásticos de clase II y clase III tiene un efecto de extrusión, y para obtener resultados aceptables se requiere un buen crecimiento vertical. La inclinación distal de los molares aumenta su valor de anclaje, sobre todo si se mueven primero distalmente y después mesialmente.

Retrusión segmentaria de los caninos. La retrusión individualizada de los caninos por medio de bucles de cierre segmentados es un método muy atractivo para reducir la tensión sobre el anclaje posterior y de fácil aplicación con el moderno aparato de ranura de 18. También se pueden retraer los caninos deslizándolos a lo largo del arco de alambre, pero los brackets estrechos que suelen emplearse con el aparato de ranura de 18, el estrecho margen y la resistencia relativamente baja del arco de alambre de 17 × 25 hacen que el deslizamiento sea poco satisfactorio.

Para utilizar bucles de cierre segmentados se necesita un tubo auxiliar en el molar. No es necesario utilizar un tubo auxiliar en el canino, ya que el resorte de retracción puede encajarse directamente en el bracket de canino. El resorte PG diseñado por Gjessing representa un diseño actual muy eficiente (fig. 15-23),¹⁸ pero su fabricación y su activación resultan algo complejas. Tras la retracción del canino se utilizan bucles de cierre (ya sea en un arco de alambre continuo o en un arco segmentado) para la segunda fase de retracción de los incisivos.

Este tipo de retrusión segmentaria de los caninos plantea dos problemas. En primer lugar, es difícil controlar la posición de los caninos en los tres planos del espacio durante su retrusión. Si se tracciona distalmente del canino por un anclaje en su superficie bucal, el punto de anclaje se encuentra algo distal y bucal al centro de resistencia. Ello significa que, sin los momentos apropiados, el diente se inclinará distalmente y rotará mesiobucalmente. Hay que conseguir un momento para igualar las raíces y un momento antirrotación realizando dobleces en aguilón en el resorte. El control de la posición vertical del canino (sobre todo tras la inclusión



FIGURA 15-23 Para la retrusión de los caninos, el resorte de retrusión de Gjessing permite un excelente control de las fuerzas y los momentos, y probablemente representa el diseño actual de resorte más eficaz para este cometido. En este paciente se está compaginando la retracción del canino con la intrusión del segmento incisivo.

de dobleces en aguilón en dos planos del espacio) puede ser un problema importante.

En segundo lugar, la retrusión segmentaria de los caninos es mucho menos segura que la retrusión en masa por métodos segmentarios. El canino tiene libertad para moverse en las tres direcciones del espacio, y no existen frenos que impidan un excesivo movimiento en la dirección incorrecta si el resorte no está bien ajustado o sufre alguna distorsión. Es muy frecuente que se produzca la pérdida de control vertical. Si el paciente no acude a la consulta cuando le corresponde y el resorte está distorsionado, puede producirse un problema muy considerable, lo que obliga a controlar estrechamente a los pacientes.

Retracción con anclaje esquelético. La manera más sencilla de conseguir el anclaje esquelético para retraer unos incisivos prominentes consiste en colocar un tornillo óseo en el alvéolo dental, entre el segundo premolar y el primer molar (v. fig. 10-48). Es preferible usar el tornillo óseo para estabilizar el segmento posterior (anclaje indirecto) mientras se cierra el espacio de extracción con un sistema de bucles, especialmente si se utiliza el aparato de ranura de 18. El bucle de cierre se diseñaría y se activaría tal como se ha descrito anteriormente.

Máxima retrusión con el aparato de ranura de 22

Con este aparato de ranura de 22 pueden utilizarse los mismos métodos básicos que con el de ranura de 18; para incrementar el grado de retracción de los incisivos, es necesario reforzar el anclaje posterior y reducir la tensión sobre el mismo. Para controlar el anclaje pueden emplearse todas las estrategias posibles, pero el anclaje esquelético simplifica considerablemente la situación y permite cerrar el espacio moviendo en masa los dientes anteriores en lugar de retraer el canino por separado.

Cuando se desea conseguir la máxima retracción y no se utiliza anclaje esquelético, es muy importante reforzar el anclaje posterior con un arco de estabilización. También se puede emplear un casquete para reforzar el anclaje posterior, pero resulta mucho menos eficaz incluso si el paciente coopera adecuadamente.¹⁹ Aunque se puede emplear un arco transpalatino anclado al paladar con un tornillo óseo, resulta más sencillo y

bastante eficaz un tornillo óseo colocado entre el segundo y el primer molar. Con el aparato de ranura de 22, lo habitual es deslizarlo a lo largo de un arco de alambre de acero de 19 × 25 con un muelle de A-NiTi. Se puede utilizar anclaje directo o indirecto. Si se fija directamente el resorte al tornillo óseo, se produce una fuerza de tracción en sentido posterosuperior, mientras que si se estabilizan los dientes posteriores se produce una fuerza posterior directa (v. fig. 10-48). La elección entre anclaje directo o indirecto deberá basarse en la dirección de movimiento deseada.

Para obtener la máxima retracción posible también es necesario reducir la tensión sobre el anclaje, limitando para ello la trabazón y la fricción. Un método muy adecuado para conservar el anclaje (y que puede utilizarse igualmente en aparatos de ranura de 22 y de 18) consiste en usar un sistema de arcos segmentados para retraer los caninos por separado, y retraer después los cuatro incisivos. Los problemas en este caso son los mismos que citábamos en la sección de la ranura de 18: es difícil controlar el canino durante la retracción, y especialmente su posición vertical, y dado que no hay ningún mecanismo de seguridad puede llegar a quedar muy mal colocado si algo va mal.

Por este motivo, en lugar de retraer los caninos por separado para conservar el anclaje, lo que se recomienda actualmente para cerrar espacios en dos tiempos en los casos de máximo anclaje con ranura de 22 es la inclinación distal en bloque de los dientes anteriores, seguida de su enderezamiento.²⁰ Se utiliza la técnica de arcos segmentados, pero para activar el conjunto de resortes se emplea un método diferente al necesario para cerrar espacios en los casos de retracción moderada. En comparación con la retracción independiente de los caninos con bucles, las características de seguridad de este método son mucho mejores (aunque siguen sin ser tan favorables como las de los arcos de alambre continuos). Actualmente, parece más eficiente utilizar tornillos óseos cuando se desea conseguir la máxima retracción.

Mínima retrusión de los incisivos

Como cualquier otro problema que requiera controlar el anclaje, los métodos para reducir el grado de retrusión de los incisivos obligan a reforzarlo (los dientes anteriores en este caso) y a reducir la tensión sobre el mismo. Una estrategia obvia, que se lleva a cabo en la fase de planificación del tratamiento, consiste en incorporar a la unidad de anclaje anterior tantos dientes como sea posible. Por consiguiente, si es necesario extraer algún diente, conviene extraer un segundo premolar o un molar, no un primer premolar. En igualdad de condiciones, la retrusión de los incisivos será menor cuanto más posterior se encuentre el espacio de extracción en el arco dental.

Una segunda posibilidad para reforzar el anclaje de los incisivos consiste en aplicar una torsión lingual activa sobre la raíz en la sección de los incisivos de los arcos de alambre, manteniendo sus coronas en una posición más mesial, pero con una retrusión algo mayor de los ápices radiculares (fig. 15-24). En pacientes en los que se desea cerrar los espacios de extracción desplazando anteriormente los dientes posteriores, los incisivos suelen estar ya enderezados y puede convenir una torsión lingual de la raíz, tanto por razones estéticas como para controlar el anclaje. Cuando se emplea esta estrategia para conseguir un

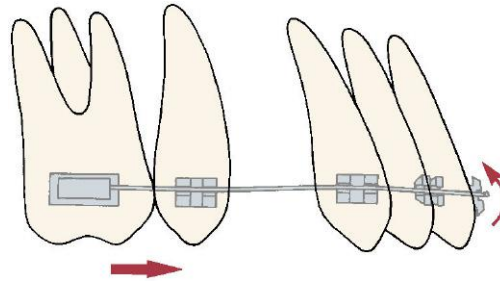


FIGURA 15-24 La aplicación de fuerzas de torsión sobre los caninos genera una tendencia al avance de las coronas y al retroceso de las raíces. Evitando que las coronas de los incisivos se inclinen anteriormente, los dientes posteriores tienden a avanzar, lo que puede ser beneficioso si se desea cerrar espacios de esta forma.



FIGURA 15-25 A y B. En este paciente, uno de los objetivos del tratamiento consistía en cerrar el espacio dejado por la ausencia de los segundos premolares inferiores; para conseguirlo, había que adelantar los molares inferiores, y para ello se necesitaba más movimiento en el lado derecho. C. Se colocó un tornillo óseo en el proceso dentoalveolar, entre los incisivos central y lateral derechos, y se estabilizaron estos dientes ligándolos al arco de alambre (anclaje indirecto); posteriormente, se cerraron los espacios con mecanismos deslizantes (D y E). (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

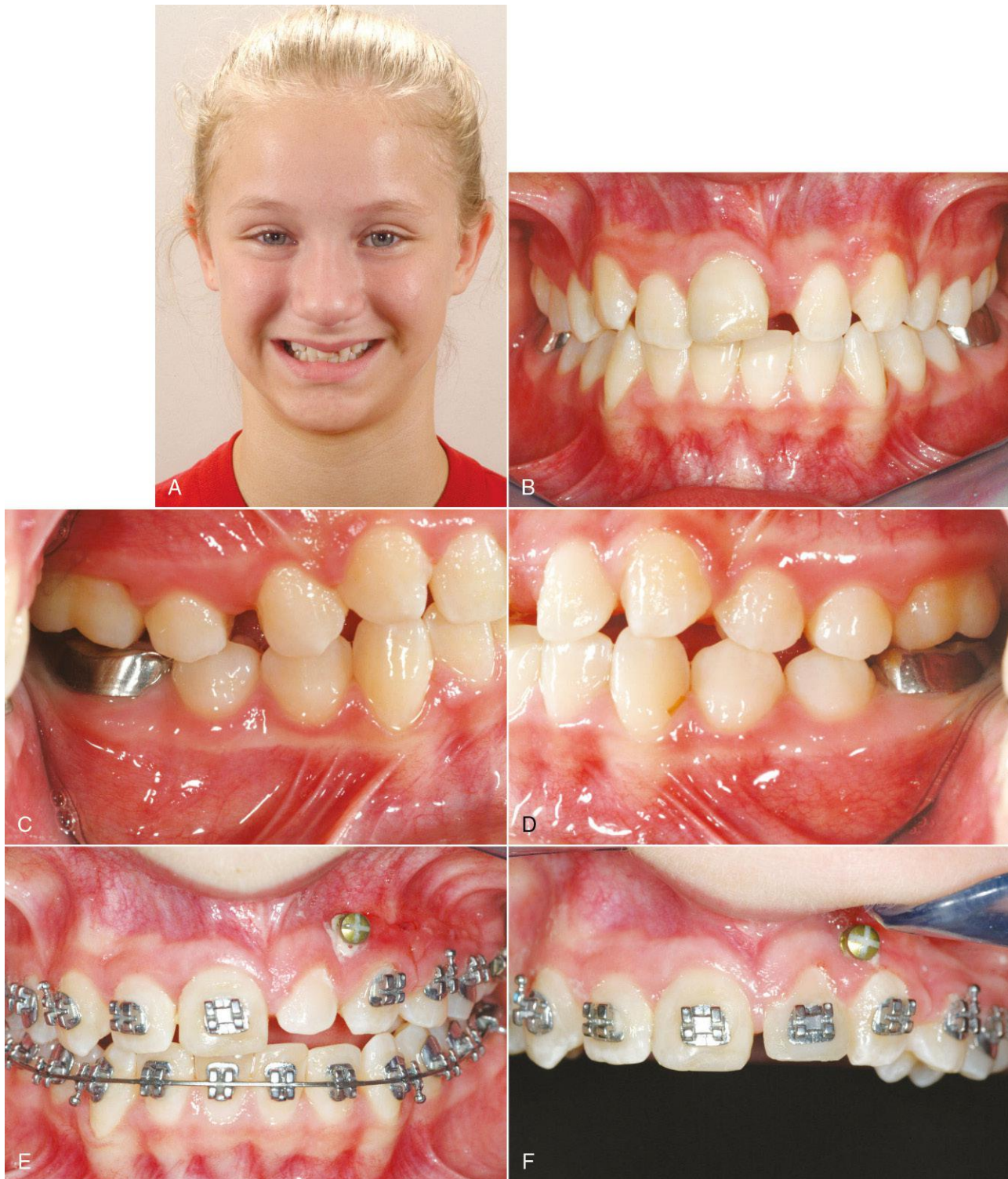


FIGURA 15-26 **A.** Esta chica había perdido su incisivo central superior izquierdo a causa de un traumatismo a los 8 años, y cuando acudió a la consulta del ortodoncista a los 11 años de edad, el incisivo lateral izquierdo se había desplazado mesialmente hacia el espacio del incisivo central. **B-D.** Fotografías intraorales obtenidas a los 11 años de edad. El plan de tratamiento consistía en utilizar el incisivo lateral como sustituto del incisivo central, intruyéndolo para poder nivelar el borde gingival con el del incisivo central derecho, y aumentarlo después para que tuviera el tamaño correcto durante el tratamiento ortodóncico de acabado. En última instancia, se utilizaría una carilla de porcelana como parte de la restauración definitiva. Habría que remodelar el canino para convertirlo en un incisivo lateral aceptable (v. fig. 7-30). **E.** Se colocó un tornillo óseo entre el incisivo lateral y el canino, por encima de los ápices radiculares, a modo de anclaje para adelantar los dientes posteriores del lado izquierdo. **F.** Una vez que el incisivo lateral estaba en la posición del incisivo central y se había obtenido una relación molar de clase II en el lado izquierdo, se realizó una reconstrucción provisional para conseguir que el incisivo lateral tuviera prácticamente la anchura deseada al término del tratamiento, se remodeló el canino para que sirviera como incisivo lateral (v. fig. 7-30) y se colocaron unos brackets para recolocar estos dientes.

(Continúa)

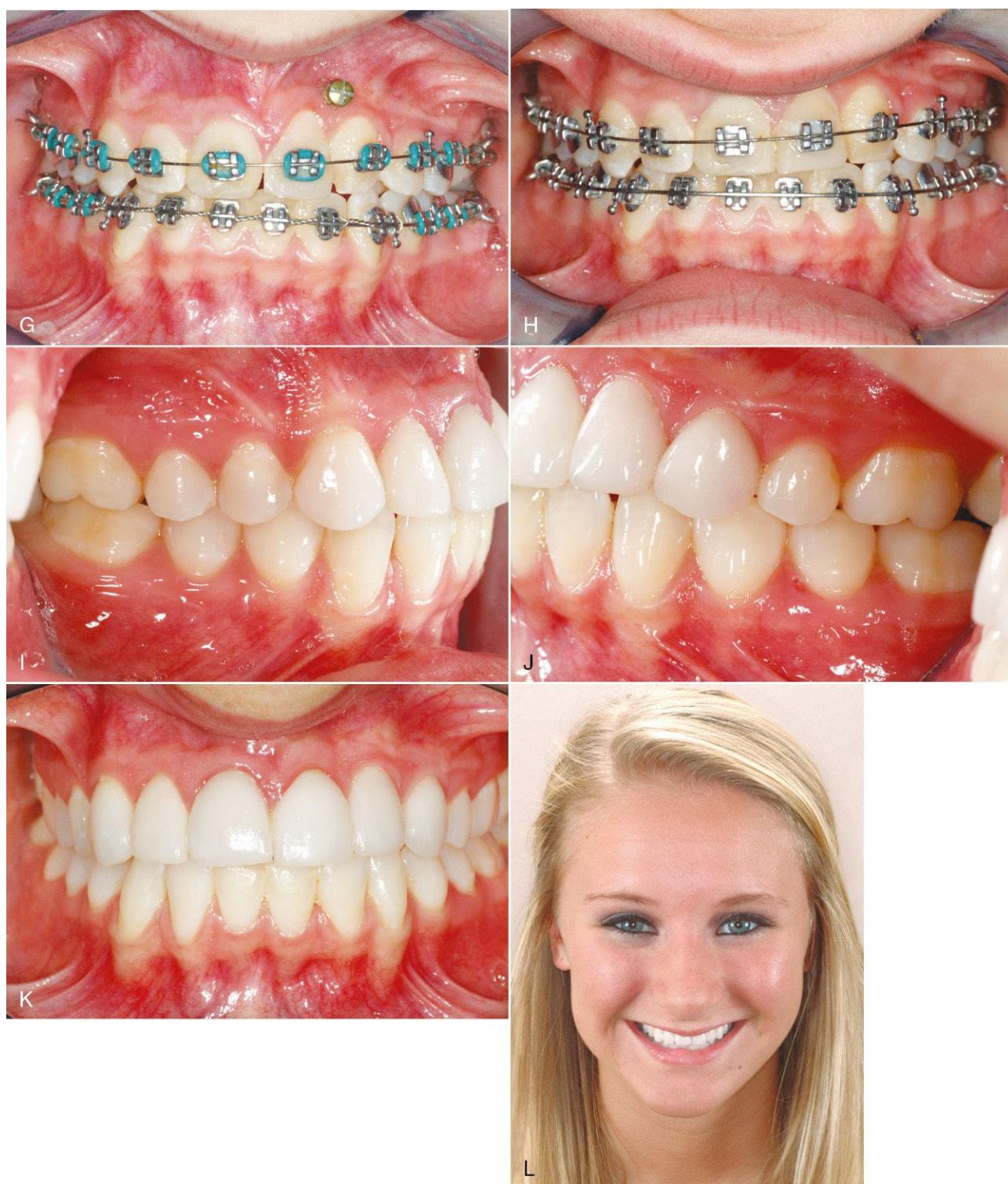


FIGURA 15-26 (cont.) G. Una vez que el incisivo lateral estaba en la posición central y se había obtenido una relación molar de clase II en el lado izquierdo, se realizó una reconstrucción provisional para conseguir que el incisivo lateral tuviera prácticamente la anchura deseada al término del tratamiento; se remodeló el canino para que sirviera como incisivo lateral (v. fig. 7-30) y se colocaron unos brackets para recolocar estos dientes. H. Lo que se pretendía era situar los bordes gingivales aproximadamente a la altura correcta para los incisivos central y lateral, y después se utilizó un láser de diodos para perfilar los contornos gingivales. I-K. Fotografías intraorales obtenidas a los 13 años de edad, una vez completado el tratamiento ortodóncico y colocada una carilla en el incisivo lateral izquierdo y (L) fotografía de la cara en ese momento. La paciente estaba muy satisfecha con el resultado, aunque se podría haber conseguido un mejor arco de sonrisa si la carilla del incisivo lateral hubiera sido algo más larga y se hubiera alargado ligeramente el incisivo central derecho (v. apartado sobre microestética en el capítulo 7).

desplazamiento anterior diferencial de los dientes posteriores se puede sacar mucho partido a la técnica del arco segmentado de Burstone.

Una tercera posibilidad para potenciar el movimiento anterior de los dientes posteriores consiste en romper el anclaje posterior, haciendo avanzar los dientes posteriores de uno en uno. Por ejemplo, tras la extracción de un segundo premolar, puede ser conveniente estabilizar el octavo diente anterior y hacer avanzar los primeros molares por separado, creando un espacio entre estos dientes y los segundos molares antes de protruir estos últimos. Esta estrategia se puede combinar fácilmente con el método de torsión de los dientes anteriores para minimizar la retrusión.

El anclaje esquelético, conseguido mediante la inserción de un tornillo óseo en la región canina de cualquiera de las arcadas, representa la forma más sencilla y eficaz para cerrar un espacio de extracción mediante el avance de los dientes posteriores (fig. 15-25; v. también fig. 18-49). Resulta especialmente útil cuando se necesita mayor avance en un lado que en el otro (fig. 15-26). Actualmente, tanto si se necesita una retracción mínima como si se requiere la máxima retracción, gracias a los DAT resulta mucho más sencillo manejar situaciones que antes eran muy difíciles.

Bibliografía

1. Stucki N, Ingervall B. The use of the Jasper Jumper for correction of Class II malocclusion in the young permanent dentition. *Eur J Orthod* 20:271-281, 1998.
2. Patel MP, Janson G, Henriques JF, et al. Comparative distalization effects of Jones jig and pendulum appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:336-342, 2009.
3. Wiechmann D, Schwestka-Polly R, Panherz H, et al. Control of mandibular incisors with the combined Herbst and completely customized lingual appliance—a pilot study. *Head Face Med* 6:3, posted 11 March 2010.
4. Antonarakis GS, Kiliaridis S. Maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances in Class II malocclusion. A systematic review. *Angle Orthod* 78:1133-1140, 2008.
5. Byloff FK, Darendeliler MA. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part I. Clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod* 67:249-260, 1997.
6. Byloff FK, Darendeliler MA, Clar E, et al. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part II. The effects of maxillary molar root uprighting bends. *Angle Orthod* 64:261-270, 1997.
7. Cornelis MA, De Clerck HJ. Maxillary molar distalization with miniplates assessed on digital models: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 132:373-377, 2007.
8. Onçağ G, Seçkin O, Dinçer B, et al. Osseointegrated implants with pendulum springs for maxillary molar distalization: a cephalometric study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 131:16-26, 2007.
9. Moffitt AH. Eruption and function of maxillary third molars after extraction of second molars. *Angle Orthod* 68:147-152, 1998.
10. McLaughlin RP, Bennett JC. The extraction-nonextraction dilemma as it relates to TMD. *Angle Orthod* 65:175-186, 1995.
11. Rinchuse DJ, Rinchuse DJ, Kandasamy S. Evidence-based versus experience-based views on occlusion and TMD. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 127:249-254, 2005.
12. Northway WM. The nuts and bolts of hemisection treatment: managing congenitally missing mandibular second premolars. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 127:606-610, 2005.
13. Booth FA. MS Thesis: Optimum Forces with Orthodontic Loops. Houston: University of Texas Dental Branch; 1971.
14. Braun S, Sijrsen RC, Legan HL. On the management of extraction sites. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 112:645-655, 1997.
15. Siatkowski RE. Continuous archwire closing loop design, optimization and verification. Parts I and II. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 112:393-402, 1997, 484-495.
16. Ronay F, Kleinert W, Melsen B, et al. Force system developed by V bends in an elastic orthodontic wire. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 96:295-301, 1989.
17. Nanda R, ed. Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics, Philadelphia: Elsevier/Saunders; 2005.
18. Eden JD, Waters N. An investigation into the characteristics of the PG canine retraction spring. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 105:49-60, 1994.
19. Li F, Hu HK, Chen JW, et al. Comparison of anchorage capacity between implant and headgear during anterior segment retraction. *Angle Orthod* 81:915-922, 2011.
20. Shroff B, Yoon WM, Lindauer SJ, et al. Simultaneous intrusion and retraction using a three-piece base arch. *Angle Orthod* 67:455-462, 1997.

CAPÍTULO

16

TERCERA FASE DEL TRATAMIENTO GENERAL: ACABADO

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

AJUSTE DE LAS POSICIONES DENTALES INDIVIDUALES

- Discrepancias de la línea media
- Discrepancias en el tamaño dental
- Paralelismo de las raíces
- Torsión

CORRECCIÓN DE LAS RELACIONES VERTICALES DE LOS INCISIVOS

- Sobremordida excesiva
- Mordida abierta anterior

«ASENTAMIENTO» FINAL DE LOS DIENTES

- Métodos para asentar los dientes
- Control del rebote y la postura
- Retirada de bandas y de anclajes cementados

POSICIONADORES PARA EL ACABADO

MÉTODOS ESPECIALES DE ACABADO PARA EVITAR RECIDIVAS

- Control del crecimiento desfavorable
- Control del rebote de los tejidos blandos

TÉCNICAS MICROESTÉTICAS PARA EL ACABADO

- Recontorneado de la encía para mejorar las proporciones y la exposición de los dientes
- Remodelación de los dientes para mejorar su aspecto estético

dientes anteriores y posteriores para dejar las raíces paralelas en los espacios de extracción y lograr la correcta torsión e inclinación axial de los incisivos inclinados; para conseguirlo se utilizaban resortes auxiliares. En la técnica de Begg actual modificada, con brackets Tip-Edge, se potencian los resortes auxiliares con arcos de alambre rectangular durante la fase 3 (fig. 16-1).

Con las técnicas modernas del arco de canto queda mucho menos por hacer en la fase de acabado, pero es probable que se necesiten versiones limitadas de estos mismos movimientos radiculares. Además, en la mayoría de los casos se requieren algunos ajustes en las posiciones de algunos dientes para nivelar los rebordes marginales, obtener unas posiciones horizontales precisas de los dientes dentro de las arcadas y, en general, corregir posibles discrepancias por errores en la colocación de los brackets o en la prescripción del aparato. En algunos casos, es necesario modificar las relaciones verticales de los incisivos como procedimiento de acabado, ya sea mediante la corrección de una sobremordida algo excesiva o por el cierre de una leve mordida abierta anterior.

Aunque es inevitable introducir numerosas variaciones para adecuarse a las necesidades de cada caso, es posible esbozar una secuencia lógica de arcos de alambre para la técnica de arco de canto continuo, tal como hemos intentado en el cuadro 16-1. La secuencia se basa en dos conceptos: 1) hay que utilizar los arcos de alambre más eficaces, para limitar los ajustes clínicos y el tiempo de consulta, y 2) en la fase de acabado es necesario llenar (o casi llenar) la ranura de los brackets con unos alambres flexibles adecuados para poder aprovechar todas las ventajas del aparato actual. Más adelante, se revisan con detalle el uso correcto de los arcos de acabado recomendados y las variaciones necesarias para adecuarse a las necesidades de cada caso durante el acabado. En los dos capítulos precedentes se han incluido recomendaciones y variaciones similares para las dos primeras fases del tratamiento.

Al finalizar la segunda fase del tratamiento, los dientes deben estar bien alineados, los espacios de extracción han de estar cerrados, las raíces tienen que ser razonablemente paralelas y los dientes de los segmentos bucales deben tener una relación normal de clase I. Con la técnica de Begg, en la fase 3 todavía queda por movilizar las raíces de los



FIGURA 16-1 Fase III, de acabado, en un paciente tratado con la técnica clásica de Begg en la década de los setenta. **A.** El aparato de Begg en un paciente al que se han extraído los premolares y se ha cerrado el espacio, y que está preparado para la fase de acabado. Obsérvese el bracket con arco de cinta dado la vuelta tal como lo colocaba Edward Angle. Los arcos están colocados en posición. **B.** Resortes de enderezamiento y un arco de torsión en posición. Los resortes de enderezamiento (utilizados aquí en los incisivos laterales, los caninos y los segundos premolares) encajan en la parte del tubo vertical del bracket y se enganchan por debajo del arco base para crear momentos de colocación de la raíz. Se trenza un arco de torsión auxiliar sobre el arco de alambre y ejerce una fuerza lingual sobre el diente en la ranura del bracket. **C.** Imagen anterior del arco de torsión y de los resortes de enderezamiento. **D.** Fase de acabado del tratamiento con el aparato Tip-Edge, una extensión moderna del aparato de Begg, después de inclinar los dientes para cerrar el espacio y retraer los incisivos prominentes en este paciente de clase II al que se le habían extraído los premolares superiores. **E.** Resortes auxiliares de enderezamiento (en este caso sobre el incisivo lateral, el canino y el segundo premolar superiores) usados para colocar las raíces, con un tipo de resorte diferente para los incisivos, en los que se desea torsión, y un arco de alambre rectangular utilizado como plantilla y para evitar la sobrecorrección. Obsérvese la mejoría en la inclinación de los incisivos y el paralelismo radicular en los lugares de extracción. **F.** Imagen frontal. Se puede ver que el resorte auxiliar para la torsión de los incisivos es ahora bastante diferente del arco de torsión de Begg o su equivalente para usarlo como arco de canto auxiliar (v. fig. 16-6).

AJUSTE DE LAS POSICIONES DENTALES INDIVIDUALES

En la fase final de tratamiento, parece probable que se necesitarán cambios mínimos en las relaciones verticales y horizontales de algunos dientes y puede que haya que ajustar la posición radicular de algunos dientes (se hayan extraído dientes o no). Si el aparato

está correctamente prescrito y los brackets están bien colocados, estos ajustes son innecesarios. Dadas las variaciones en la anatomía de cada diente y en la colocación de los brackets que suelen observarse, en muchos casos es necesario efectuar algunos ajustes en las posiciones dentales durante esta fase.

Cuando se observa que un bracket no está bien colocado, suele ser preferible volver a cementarlo en lugar de introducir dobleces compensadores en los arcos de alambre, especialmente

CUADRO 16-1

SECUENCIA DE ARCOS DE ALAMBRE, TÉCNICA DE ARCO DE CANTO CONTINUO*

Ranura de 18**No extracción**

NiTi superelástico (A-NiTi) de 14 o 16
 Acero de 16 (curva acentuada inversa)
 M-NiTi de 17 × 25 (*solo si se desplazan las raíces*)
 β -Ti de 17 × 25
 Acero de 17 × 25

Extracción

NiTi superelástico de 14 o 16
 Acero de 16 (curva acentuada/inversa)
 Bucles de cierre de 16 × 22
 β -Ti de 17 × 25 (*si se desplazan las raíces, por lo general necesario*)
 Acero de 17 × 25

Ranura de 22**No extracción**

A-NiTi de 16
 Acero de 16 (curva acentuada/inversa)
 Acero de 18 (curva acentuada/inversa)
 M-NiTi de 21 × 25
 β -Ti de 21 × 25

Extracción

A-NiTi de 16
 Acero de 16 (curva acentuada/inversa)
 Acero de 18 (curva acentuada/inversa)
 Acero de 19 × 25, muelles de A-NiTi
 o bucle en T de acero de 18 × 22 o bucle delta de β -Ti de 19 × 25
 M-NiTi de 21 × 25 (*si se desplazan las raíces, por lo general necesario*)
 β -Ti de 21 × 25

A-NiTi, NiTi austenítico (superelástico); M-NiTi, NiTi martensítico (elástico, no superelástico); NiTi, níquel-titanio; β -Ti, β -titanio (TMA).

*Para un paciente adolescente típico con maloclusión moderada (tamaño de los alambres en milésimas).

cuando el diente tiene una inclinación incorrecta, de modo que los arcos necesitarían dobleces angulados en escalón. Sin embargo, después de volver a cementar el bracket hay que colocar un alambre flexible para llevar el diente hasta la posición correcta. Los alambres de acabado de acero rectangulares son demasiado rígidos y no se doblan bien para poder colocar los dientes, tanto para los aparatos de ranura de 18 como para los de 22. En el aparato de ranura de 18 suele servir un alambre de β -titanio (β -Ti) de 17 × 25; en el de ranura de 22, lo mejor suele ser un alambre de níquel-titanio martensítico (M-NiTi) de 21 × 25 cuando se necesita un arco de alambre muy flexible; el alambre de β -Ti de 21 × 25 es demasiado rígido y no se dobla bien. Pueden conseguirse pequeños ajustes verticales y horizontales, generalmente para lograr una interdigitación perfecta entre los caninos y nivelar las alturas de los rebordes marginales, de forma fácil y sencilla preparando pequeños dobleces en escalón en los arcos de acabado. Esto se basa en el mismo principio que la recolocación

de los brackets: estos dobleces deben realizarse en un alambre flexible de dimensión completa, en el penúltimo alambre de la secuencia típica del cuadro 16-1. Obviamente, cualquier doblez en escalón que se incluya en el penúltimo alambre (β -Ti de 17 × 25 o M-NiTi de 21 × 25) deberá repetirse en el alambre final que se utilice para los ajustes de torsión (acero de 17 × 25 o β -Ti de 21 × 25). Conviene señalar que *no* se recomiendan arcos de alambre de NiTi (tanto M-NiTi como A-NiTi) para la expresión de la torsión. Simplemente, no poseen las propiedades de torsión necesarias para resultar eficaces (v. capítulo 10).

Aunque el efecto de un doblez en V depende fundamentalmente de su posición en relación con los brackets contiguos, la posición de un doblez en escalón no tiene tanta importancia. Da igual si un doblez en escalón está en el punto medio entre dos brackets o desviado a uno u otro lado.¹

Discrepancias de la línea media

Un problema relativamente frecuente en la fase de acabado es la aparición de una discrepancia en la línea media de las arcadas dentales. Esto puede deberse a una discrepancia preexistente de la línea media que no se ha resuelto plenamente en una fase anterior del tratamiento, o al cierre asimétrico de espacios en la arcada dental. Las discrepancias menores de la línea media no son un gran problema durante la fase de acabado, pero resulta bastante difícil corregir las discrepancias importantes una vez que se han cerrado los espacios de extracción y casi se han establecido las relaciones oclusales.

Como sucede con cualquier discrepancia durante la fase de acabado, hay que determinar el origen de la misma con la mayor precisión posible cuando aparece. Aunque la coincidencia de las líneas medias dentales es un componente importante de la oclusión funcional (en igualdad de condiciones, una discrepancia de la línea media se reflejará en la forma en que encajan los dientes posteriores), resulta estéticamente indeseable desplazar la línea media superior para que coincida con una línea media inferior desplazada. Si la discrepancia de la línea media dental se debe a una asimetría esquelética, podría ser imposible corregirla por medios ortodóncicos, y para decidir el tratamiento correcto habrá que comparar el camuflaje con la corrección quirúrgica (v. comentario en capítulo 7).

Afortunadamente, las discrepancias de la línea media en la fase de acabado no suelen ser tan graves y se deben únicamente a desplazamientos laterales de los dientes superiores e inferiores, y a la existencia de una ligera relación de clase II o clase III en uno de los lados. En esta situación, la línea media puede corregirse utilizando una fuerza elástica asimétrica de clase II (o clase III). Por lo general, es mejor utilizar elásticos de clase II o clase III bilateralmente, con mayor fuerza en uno de los lados, que colocar un elástico unilateral. Sin embargo, si un lado está totalmente corregido y el otro no, el paciente suele tolerar bastante bien un elástico unilateral. También se puede combinar un elástico de clase II o clase III en un lado con un elástico diagonal anterior para juntar las líneas medias (fig. 16-2). Este método debe reservarse para las discrepancias pequeñas. Debe evitarse el uso prolongado de elásticos de clase II o clase III durante la fase de acabado del tratamiento. También se pueden incluir escalones coordinados en los arcos

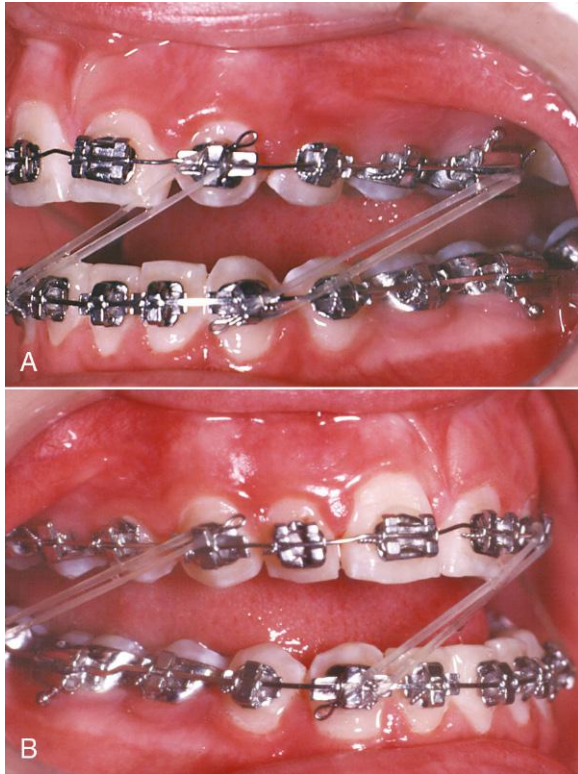


FIGURA 16-2 A y B. Para las correcciones de la línea media puede utilizarse cualquier combinación asimétrica de elásticos diagonales anteriores y posteriores. En este paciente se está empleando una combinación de elásticos de clase II, clase III y diagonales anteriores (una disposición de «elásticos en paralelo»), con un arco de alambre rectangular en la arcada inferior y un alambre redondo en la superior, para intentar desviar la arcada superior hacia la derecha.

de alambre para desplazar los dientes de una arcada más que los de la otra.³

Un factor importante que conviene tener en cuenta al tratar de solucionar las discrepancias de la línea media es la posibilidad de que una desviación mandibular haya contribuido a la discrepancia. Esto puede suceder fácilmente si existe una ligera discrepancia en la posición transversal de los dientes posteriores. Por ejemplo, un pequeño estrechamiento en el segmento posterior derecho del maxilar superior puede favorecer una desviación del maxilar inferior hacia la izquierda en el cierre final, y causar la discrepancia de la línea media. Obviamente, en este caso la corrección debe incluir algún sistema de fuerzas para alterar las relaciones transversales de las arcadas dentales (normalmente una cuidadosa coordinación de los arcos de alambre superior e inferior, reforzados quizás con un elástico cruzado posterior). En ocasiones, toda la arcada superior está algo desplazada transversalmente en relación con la inferior, de manera que las relaciones son excelentes cuando los dientes están en oclusión, pero se produce una desviación lateral para alcanzar dicha posición. También en este caso, la corrección incluirá el empleo de elásticos cruzados posteriores, pero en paralelo (es decir, de la parte lingual superior a la bucal inferior en un lado, y a la inversa en el lado contrario; v. fig. 16-2).

Discrepancias en el tamaño dental

Al planificar inicialmente el tratamiento, hay que tener en cuenta los problemas de discrepancia en el tamaño de los dientes, aunque muchas de las medidas para resolver estos problemas se aplican en la fase de acabado. La estrategia habitual para compensar las discrepancias debidas a un tamaño dental excesivo es la reducción del esmalte interproximal (*stripping*). Cuando el problema consiste en una deficiencia de tamaño, es necesario dejar espacio entre algunos dientes, que podrá cerrarse o no más adelante mediante restauraciones. Como pauta general, se toma como umbral de relevancia clínica una discrepancia de 2 mm en el tamaño dental en el análisis de Bolton³ (es decir, una discrepancia de ese tamaño permite decir que durante el tratamiento se necesitarán medidas para resolver el problema), pero durante la fase de acabado se llega a comprobar la exactitud real de la predicción.

Una de las ventajas de los aparatos cementados es que permiten rebajar en cualquier momento el esmalte interproximal. Cuando el plan de tratamiento original incluye la reducción del esmalte, la mayor parte de la misma debe realizarse en la fase inicial, aunque el *stripping* definitivo puede posponerse hasta la fase de acabado. Este método permite observar directamente las relaciones oclusales antes de efectuar los ajustes finales en el tamaño de los dientes. Siempre se recomienda un tratamiento con fluoruro tópico inmediatamente después del *stripping*.

Los problemas de tamaño dental suelen deberse a la existencia de unos incisivos laterales superiores pequeños. La presencia de un pequeño espacio distal al incisivo lateral puede ser estética y funcionalmente aceptable, pero la mejor solución para los incisivos pequeños suele ser la adición de resina compuesta (fig. 16-3). Es más sencillo conseguir un acabado de precisión si se efectúa la reconstrucción durante la fase de acabado del tratamiento ortodóncico. Para ello, puede bastar con retirar el bracket del diente o los dientes pequeños durante algunas horas mientras se realiza la restauración, y volver a colocar después el bracket y los arcos de alambre (pero el cementado a un laminado puede dañar la superficie, de manera que una reconstrucción para restablecer el tamaño dental está bien, pero un laminado debe posponerse). Si se pospone la restauración hasta haber completado el tratamiento ortodóncico, debe realizarse lo antes posible una vez que el paciente inicie el período de retención. Para ello se necesita un retenedor inicial para mantener el espacio, y un nuevo retenedor inmediatamente después de haber completado la restauración. La razón principal para esperar hasta haber retirado el aparato ortodóncico sería la de permitir que la posible inflamación gingival remita por sí sola.⁴

Las deficiencias pequeñas y más generalizadas pueden camuflarse alterando la posición de los incisivos de diferentes formas. Hasta cierto punto, se pueden torsionar los incisivos para compensar el defecto: si se dejan algo más enderezados, ocupan menos espacio en relación con la arcada inferior y pueden utilizarse para camuflar unos incisivos superiores de gran tamaño, mientras que con una torsión algo excesiva se pueden compensar en parte los incisivos superiores de menor tamaño. Estos ajustes obligan a incluir dobles de tercer orden en los arcos de alambre de acabado. También se puede compensar el defecto inclinando ligeramente los dientes o acabando el tratamiento ortodóncico con una sobremordida o un resalte ligeramente excesivos, dependiendo de las circunstancias de cada caso.⁵



FIGURA 16-3 El pequeño tamaño de los incisivos laterales superiores genera problemas de discrepancia de tamaño dental que a veces solo se manifiestan al final del tratamiento. **A.** Incisivos laterales superiores pequeños, uno de los cuales está distorsionado, antes del tratamiento. **B.** Después del tratamiento, en el que se creó espacio mesial y distal a los incisivos laterales con el fin de poder colocar unas carillas para darles a los dientes un tamaño y un aspecto normales.

Paralelismo de las raíces

En la técnica de Begg (v. fig. 16-1), los momentos necesarios para colocar las raíces se generaban añadiendo resortes auxiliares a la ranura vertical del bracket de Begg (arco de cinta). En la mayoría de los casos, se utilizaba un arco de alambre más grueso (20 mil) en lugar del arco de 16 mil empleado como arco base hasta ese momento para conseguir mayor estabilidad. Para colocar las raíces paralelas se introducía un resorte enderezador en la ranura vertical y se enganchaba por debajo del arco de alambre. Dado que las fuerzas que enderezan las raíces tienden también a separar las coronas, era importante ligar las coronas juntas a través de los espacios de extracción. En la técnica de Begg modificada con el aparato Tip-Edge se consigue el paralelismo radicular por medio de resortes enderezadores, de forma muy parecida al tratamiento tradicional de Begg. El alambre rectangular se usa sobre todo para la torsión (movimiento vestibulolingual de la raíz), no para el movimiento radicular mesiodistal necesario para poner las raíces paralelas después de permitir que los dientes se inclinen durante el cierre de espacios.

Durante el cierre de espacios con el aparato de arco de canto, lo que se persigue casi siempre con el tratamiento es lograr un desplazamiento dental en bloque, evitando que las coronas se inclinen y se junten. Si se han utilizado los cocientes momento/fuerza adecuados, apenas se necesitará enderezar las raíces durante la fase de acabado. Por otra parte, es probable que se produzca al menos una ligera inclinación en algunos casos, por lo que suele ser necesario enderezar algo las raíces en los huecos de extracción. Si los brackets no estaban orientados

correctamente sobre los incisivos laterales superiores y los premolares de ambas arcadas (las zonas problemáticas habituales), puede ser necesario el paralelismo o la separación de las raíces en los casos sin extracciones. Conviene obtener una radiografía panorámica hacia el final de la segunda fase del tratamiento habitual para detectar posibles errores en la posición de las raíces y la reabsorción radicular que podría obligar a interrumpir el tratamiento precozmente.

Con el aparato de arco de canto se puede utilizar exactamente el mismo método que se emplea para conseguir el paralelismo con la técnica de Begg, siempre que se incluya una ranura vertical por detrás del bracket de canto que permita insertar un resorte enderezador y engancharlo por debajo de un arco base. A menudo se empleaba este sistema cuando solo existían arcos de alambre de acero, pero actualmente con el arco de canto prácticamente se ha abandonado este método y se emplean ranuras de brackets anguladas, que permiten enderezar adecuadamente las raíces cuando se coloca un arco de alambre rectangular flexible de dimensiones completas.

Con el aparato de ranura de 18, el arco de alambre de acabado suele ser de acero de 17×22 o de 17×25 . Estos alambres son bastante flexibles y encajan en los brackets estrechos, aunque se haya producido una ligera inclinación y los arcos de alambre generen los momentos necesarios para enderezar las raíces. Si se ha producido una inclinación mayor, se necesitará un arco de alambre rectangular completo más flexible. Para corregir inclinaciones más acusadas se puede necesitar inicialmente un alambre de 17×25 de β -Ti (TMA) o incluso un 17×25 de níquel-titanio (M-NiTi, no NiTi superelástico [A-NiTi]), y usar un arco de alambre de acero para lograr la torsión final.

Utilizando brackets de ranura de 22 más anchos en los caninos y los premolares, junto con un sistema de deslizamiento en lugar de bucles para cerrar los huecos de extracción, suele haber menos necesidad de enderezar las raíces como medida final. Pero con los brackets de ranura de 22, si los dientes se han inclinado incluso ligeramente hacia un espacio de extracción, o si se necesita otra posición de las raíces, los alambres de acero (p. ej., de 19×25) resultan demasiado rígidos. En la mayoría de los casos, la mejor opción para el arco de alambre de acabado es un alambre de β -Ti de 21×25 , mientras que si hay que igualar mucho las raíces, debe utilizarse primero un alambre de M-NiTi de 21×25 .

Aunque los alambres superelásticos de NiTi (A-NiTi) dan mejores resultados para la alineación que los de NiTi elásticos (M-NiTi), no se observan diferencias en su rendimiento al utilizarlos como alambres rectangulares de acabado. La gran ventaja del A-NiTi es que tiene una curva de carga-desviación muy plana, por lo que su recorrido es muy amplio. Sin embargo, en la fase de acabado lo más importante es conseguir una rigidez adecuada con desviaciones relativamente pequeñas, más que un buen recorrido. Los alambres de A-NiTi suelen suministrar menos fuerza que sus equivalentes de M-NiTi (esto dependerá de cómo haya manipulado el alambre el fabricante [v. capítulo 9]) y, si se utiliza un alambre rectangular de A-NiTi en la fase de acabado, habrá que tener en cuenta las propiedades de flexión y torsión a la hora de elegir el alambre. Para alambres rectangulares de níquel-titanio, el M-NiTi es casi siempre la mejor opción. En ocasiones, nos encontraremos con un canino muy inclinado (casi siempre debido a un error en la posición

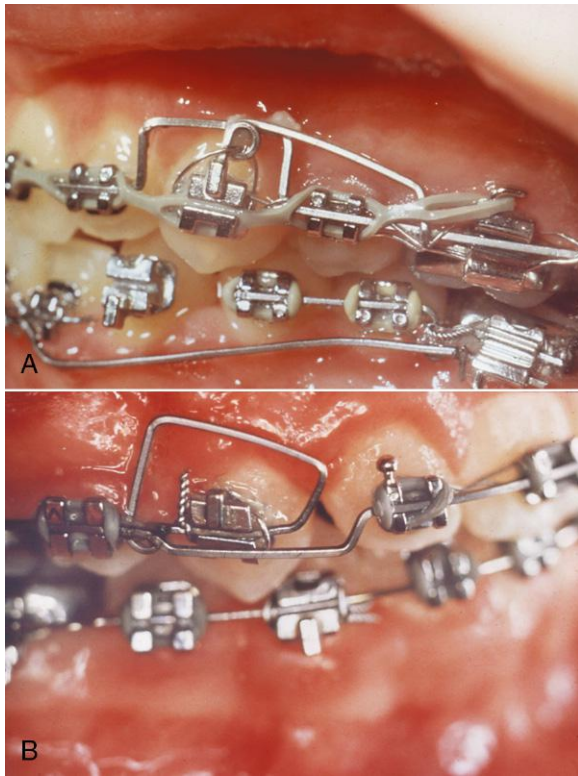


FIGURA 16-4 A. Un resorte de enderezamiento en el canino superior, colocado en un tubo vertical incorporado al bracket del canino, en la técnica del arco segmentado. Obsérvese que el arco base pasa por encima del canino. B. Resorte auxiliar de enderezamiento radicular soldado al arco base de alambre y ligado a la ranura del bracket del arco de canto de un canino superior, con el arco base pasando sobre el canino. Ambos métodos siguen utilizándose para corregir problemas graves de divergencia radicular, pero con la aparición de los modernos aparatos de alambre recto casi se ha abandonado el uso de estos resortes auxiliares de enderezamiento en la técnica de arco de canto a favor de los arcos continuos de alambre elástico de NiTi o β -Ti en brackets preangulados. (Por cortesía del Dr. C. Burstone.)

del bracket) y necesitaremos un rango de acción mayor. Esto puede aconsejar el uso de un alambre de A-NiTi rectangular inicialmente, y después un alambre de M-NiTi. Una alternativa, que solo suele ser viable si los brackets del arco de canto tienen una ranura o tubo vertical, es un resorte auxiliar para enderezar la raíz (fig. 16-4).

Un momento de paralelismo radicular es un momento que separa la corona en la técnica del arco de canto como se hace en la técnica de Begg o cualquier otra. Es importante recordar este efecto. Para evitar que se abran espacios pueden ligarse los dientes juntos o ligar todo el arco de alambre hacia atrás contra los molares (fig. 16-5). Hay que proteger no solo los huecos de extracción, sino también los incisivos superiores, frente a esta complicación. Cuando se coloca un arco rectangular completo en la arcada superior, tienden a abrirse espacios entre los incisivos tanto en los casos con extracciones como sin extracciones. Durante el acabado es necesario ligar los incisivos superiores, para lo cual se puede emplear un segmento de cadena elastomérica desde el bracket mesial de un incisivo lateral superior hasta el bracket mesial del otro.

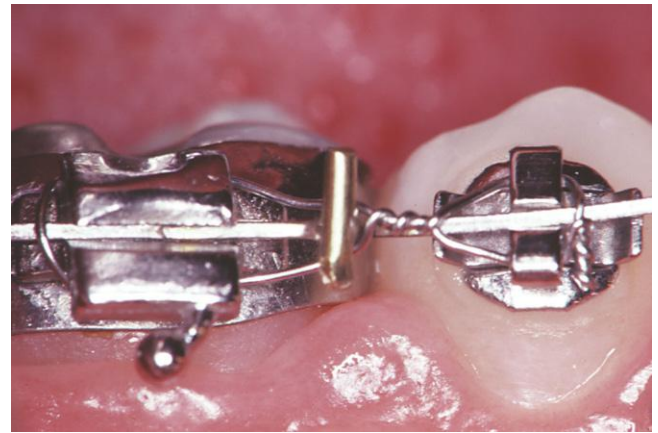


FIGURA 16-5 Un arco de alambre rectangular que incorpore torsión o momentos de paralelismo radicular activo debe ligarse a los molares para evitar que se abra espacio en la arcada. Si se prolonga hacia delante la ligadura al arco de alambre y se utiliza también para ligar al segundo premolar, tendrá menos probabilidades de aflojarse.

Torsión

Torsión lingual de la raíz de los incisivos

Si unos incisivos prominentes se han inclinado lingualmente durante su retracción, puede ser necesario proceder a la torsión lingual de la raíz durante el acabado. En la técnica de Begg, los incisivos se inclinan deliberadamente hacia atrás durante la segunda fase del tratamiento, y la torsión radicular lingual es una parte rutinaria de la tercera fase de tratamiento. Como se hace para el enderezamiento de las raíces, se emplea un aparato auxiliar que encaja sobre el arco de alambre principal o base. El auxiliar de torsión es un «arco *piggyback*» que contacta con la superficie labial de los incisivos cerca del borde gingival, generando el par necesario con un brazo de momento de 4-5 mm (v. fig. 16-1). Estos arcos de torsión *piggyback* pueden utilizarse del mismo modo para la técnica de arco de canto (v. fig. 14-30, D). Aunque existen diferentes diseños, el principio básico es el mismo: el arco auxiliar, doblado inicialmente en un círculo cerrado, ejerce fuerza sobre las raíces de los dientes al ir enderezándose parcialmente para adaptarse a la forma normal de la arcada (fig. 16-6).

Por supuesto, una fuerza de torsión que mueva lingualmente las raíces también moverá labialmente las coronas (v. fig. 15-24). En un paciente típico con maloclusión de clase II, se necesitará anclaje para mantener la corrección del resalte mientras se torsionan lingualmente las raíces de los incisivos superiores. Por esta razón suelen utilizarse elásticos de clase II cuando se necesita torsión lingual activa durante la fase final del tratamiento de clase II.

Con un aparato de arco de canto moderno solo se necesitaría una torsión adicional moderada del incisivo durante la fase de acabado. Con el aparato de ranura de 18, un arco de acero de 17×25 tiene propiedades de torsión excelentes y la torsión con este arco de alambre es totalmente factible. Generar torsión en el interior de la ranura del bracket significa que no es necesario colocar inicialmente dobleces de torsión en el arco, con lo que es relativamente sencillo conseguir la torsión como procedimiento de acabado.

Con el aparato de ranura de 22, los alambres rectangulares de acero completos son demasiado rígidos para conseguir una torsión eficaz (v. fig. 9-11). Si se ha permitido que los incisivos se inclinen

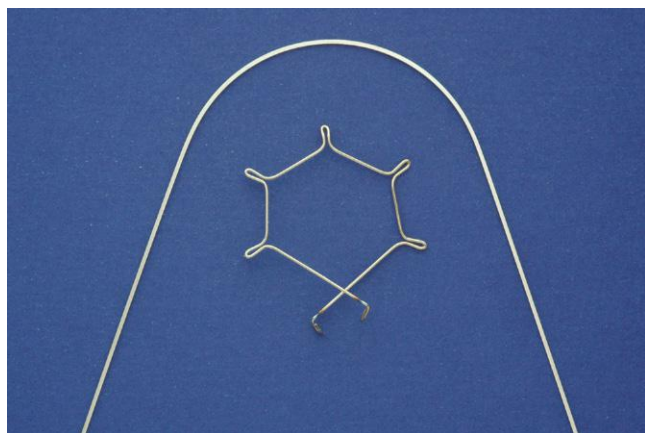


FIGURA 16-6 Los arcos de alambre auxiliares de torsión ejercen su efecto cuando se fuerza al auxiliar (que originalmente tiene forma de círculo cerrado, como el de la figura) a adoptar la forma del arco base sobre el que irá colocado. Esta maniobra tiende a distorsionar el arco base, por lo que este deberá ser de un alambre relativamente grueso; por lo menos de acero de 18 mil.

demasiado en sentido lingual (como puede suceder al corregir la protrusión de los incisivos superiores), esta situación no puede corregirse simplemente colocando un arco de alambre rectangular. Antes de la aparición de los brackets con torsión incorporada y arcos de titanio, solían utilizarse auxiliares de torsión con el aparato de ranura de 22. Una de las grandes virtudes de los brackets con ranura para la torsión es que durante la retracción y el cierre de espacios puede evitarse en gran parte la inclinación de los incisivos. Además, pueden utilizarse arcos de alambre completos de M-NiTi o β -Ti para torsionar los incisivos con brackets de ranura de 22 (siempre que lleven incorporada la torsión), reduciendo aún más la necesidad de usar arcos auxiliares. Por estas razones, los auxiliares de torsión para el aparato de canto de ranura de 22 casi han desaparecido de la práctica actual, excepto cuando hay que corregir unos incisivos enderezados inclinando las coronas en sentido mesial.

No obstante, existe un auxiliar de torsión que merece una mención especial: el arco de torsión de Burstone (fig. 16-7). Puede resultar especialmente útil en pacientes con maloclusión de clase II, división 2 que tienen los incisivos centrales superiores muy inclinados en sentido lingual y requieren mucho movimiento de torsión, mientras que los incisivos laterales apenas necesitan torsión. Debido a su largo brazo de palanca, este es el auxiliar de torsión más eficaz que se puede usar con el aparato de arco de canto. Tiene la misma eficacia con los aparatos de ranura de 18 o de 22. Si los cuatro incisivos requieren una torsión considerable, lo mejor es colocar un alambre desde el tubo molar auxiliar hasta los incisivos, con un doblez en V colocado de manera que el segmento incisivo soporte el mayor momento.⁶

El grado de torsión que producirá un arco de alambre rectangular en una ranura rectangular depende de tres factores: la resistencia a la torsión del alambre, la inclinación de la ranura del bracket en relación con el arco de alambre y el ajuste entre el arco de alambre y el bracket. En el capítulo 10 se describen las diferentes prescripciones de torsión en los aparatos de arco de canto actuales. Estas variaciones reflejan en gran medida diferentes determinaciones del contorno medio de las superficies labial y bucal de los dientes, pero algunas de las diferencias se deben también a la previsible adaptación de los arcos de alambre.

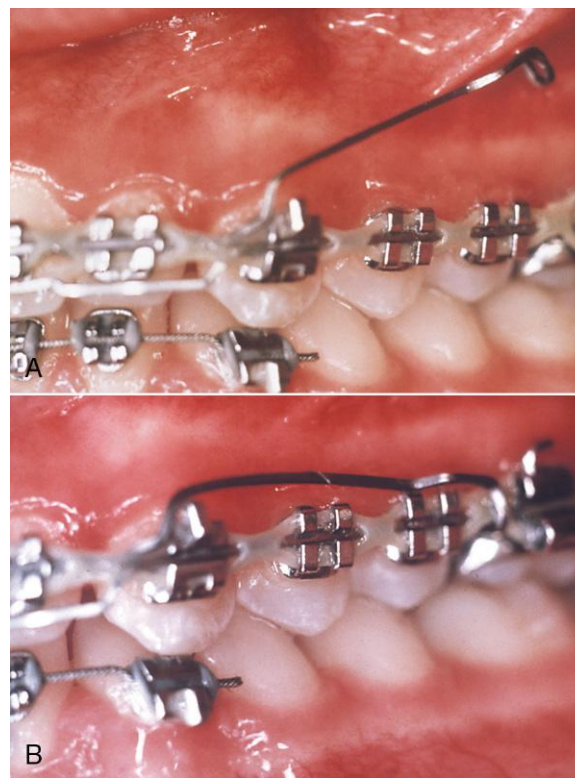


FIGURA 16-7 El auxiliar de torsión de Burstone (v. también fig. 9-44) resulta especialmente útil en los casos de clase II, división 2 en los que los incisivos centrales superiores necesitan mucha torsión. El auxiliar de torsión es un alambre de acero de dimensiones completas (21×25 o 17×25 , en brackets de ranura de 22 o 18, respectivamente) que encaja únicamente en los brackets de los incisivos. Puede utilizarse solo en los incisivos centrales o en los centrales y los laterales, como en este caso. El arco base (preferiblemente también de alambre rectangular de dimensiones completas) se extiende anteriormente desde los molares hasta los brackets de los caninos o los incisivos laterales, y después hace un escalón y se apoya sobre la superficie labial de los dientes que se vayan a torsionar. Cuando el auxiliar de torsión está en situación pasiva (**A**), sus brazos largos posteriores quedan en la parte alta del vestíbulo bucal. Se activa (**B**) bajando los brazos y enganchándolos por debajo del arco base, en un punto mesial al primer molar. El segmento del arco base que se apoya sobre la superficie labial de los incisivos centrales impide el avance de las coronas, consiguiendo una torsión eficaz de las raíces en sentido lingual.

Con el aparato de ranura de 18 se asume que los arcos de alambre rectangular que se utilizan para el acabado encajarán perfectamente en la ranura del bracket (es decir, que los arcos de alambre de acabado tendrán una dimensión mínima de 17 mil). Por otra parte, con el aparato de ranura de 22 algunas prescripciones incorporan una torsión adicional para compensar la mayor holgura de los arcos de alambre rectangular de acabado. No se conseguirá la misma torsión con un alambre de 19×25 en un bracket de ranura de 22 que con un alambre de 17×25 en un bracket de ranura de 18. La diferencia es de varios grados de inclinación de los incisivos. En la tabla 16-1 se muestran combinaciones de «torsión eficaz» de diferentes combinaciones de alambres-brackets. Obviamente, al prescribir la torsión para un bracket es importante saber qué alambres van a utilizarse para el acabado.

TABLA 16-1

Torsión eficaz

		ÁNGULO DE TORSIÓN DEL BRACKET (GRADOS)		
		10	22	30
Tamaño del alambre	Juego (grados)	TORSIÓN EFICAZ		
Bracket de ranura de 18				
16 × 16	10,9	0	11,1	19,1
16 × 22	9,3	0,7	12,7	20,7
17 × 25	4,4	5,9	17,9	25,9
18 × 18	1,5	8,5	20,5	28,5
18 × 25	1	9	21	29
Bracket de ranura de 22				
16 × 22	21,9	0	0,1	8,1
17 × 25	15,5	0	6,5	13,5
19 × 25	9,6	0,4	12,4	20,4
21 × 25	4,1	5,9	17,9	25,9
21,5 × 28	1,8	8,2	20,2	28,2

Basado en los tamaños nominales de los alambres y/o las ranuras; es probable que el juego real sea mayor. Tomado de Semetz: Kieferorthop Mitteil 7:13-26, 1993.

Para conseguir la máxima expresión de la torsión incorporada a los brackets con el aparato de ranura de 22, el mejor alambre de acabado suele ser el de β -Ti de 21 × 25. Este alambre tiene menos rigidez torsional que el de acero de 17 × 25 (v. fig. 9-11), pero la menor distancia entre los brackets gemelos con ranura de 22 hace que su comportamiento torsional sea muy parecido al del alambre de acero más pequeño. Existen alambres de acero rectangular trenzados con diferentes grados de rigidez, y los más rígidos de 21 × 25 también pueden usarse para el acabado con el aparato de ranura de 22. No conviene utilizar un alambre de acero macizo de 21 × 25 debido a su rigidez, a las fuerzas tan intensas que produce y a su corto rango de acción. Si se emplea un alambre de acero macizo de este tamaño (la razón principal sería la estabilización quirúrgica), hay que utilizar antes otro de β -Ti de 21 × 25.

Algunos odontólogos son reacios a utilizar arcos de alambre completos en brackets de ranura de 22, pero conviene recordar que nunca se conseguirá la torsión máxima con alambres de tamaño reducido sin unas prescripciones de brackets extremas o colocando dobles de torsión mayor en los alambres, e incluso en tales casos es difícil conseguir la torsión adecuada de forma rutinaria.

Torsión de la raíz bucal de premolares y molares

Conviene tener presente que la torsión de la raíz bucal de los premolares superiores puede ser un factor estético importante a la hora de colocar estos dientes. Es sorprendentemente frecuente que al final del tratamiento con aparatos fijos, los caninos y premolares superiores estén inclinados en sentido vestibular debido a que la prescripción de muchos brackets actuales incluye una torsión negativa (torsión lingual de las coronas) para estos

dientes (v. tabla 10-3). Zachrisson sostiene que esto tiene efectos negativos sobre el aspecto estético de la sonrisa, especialmente en aquellos pacientes con arcadas estrechas y puntiagudas, ya que hace que los caninos sean menos prominentes y que los premolares casi desaparezcan de la sonrisa. La solución para lograr una sonrisa más amplia y agradable no pasa por expandir aún más el espacio entre los premolares, sino en inducir la torsión bucal de las coronas para enderezarlas (figs. 16-8 y 16-9).⁷ De este modo se obtiene una sonrisa más amplia sin el riesgo de recidiva que conlleva la expansión de las arcadas. Los datos a largo plazo indican que estos dientes mantienen la inclinación al término del tratamiento, por lo que cambiar la torsión es estable.⁸

Si se enderezan los premolares, de este modo se elongan sus cúspides linguales y se podrían producir interferencias oclusales que los pacientes no tolerarían fácilmente. Si así sucede (algo poco probable), está indicado reducir la altura de las cúspides linguales.

CORRECCIÓN DE LAS RELACIONES VERTICALES DE LOS INCISIVOS

Si se han completado correctamente las dos primeras fases del tratamiento, no será necesario modificar las relaciones verticales de los incisivos durante la fase de acabado. No obstante, a menudo se requieren ajustes menores y, en ocasiones, hay que realizar ajustes importantes. En esta fase, la mordida abierta anterior suele ser un problema más frecuente que la sobremordida excesiva residual, pero se pueden observar ambas alteraciones.

Sobremordida excesiva

Antes de intentar corregir una sobremordida excesiva en la fase de acabado del tratamiento, es importante averiguar la causa del problema y evaluar especialmente dos cosas: 1) las relaciones verticales entre el labio superior y los incisivos superiores, y 2) la altura facial anterior. Si la exhibición de los incisivos superiores al sonreír es adecuada, es importante mantenerla y corregir la sobremordida recolocando los incisivos inferiores. Si la exhibición es excesiva, estaría indicada la intrusión de los incisivos superiores. Si la altura facial es corta, sería aceptable una ligera elongación de los dientes posteriores (casi siempre, los de la arcada inferior); si la cara es alargada, estaría indicada la intrusión de los incisivos.

Si está indicada la intrusión y se ha colocado ya un arco de acabado rectangular, lo más simple es cortar este arco distal a los incisivos laterales e instalar un arco auxiliar de intrusión (v. fig. 14-24). Recuerde que cuando se utiliza un arco auxiliar de intrusión, puede ser necesario utilizar un arco lingual transpalatino de estabilización para mantener el control de las relaciones transversales e impedir una inclinación distal excesiva de los molares superiores. Cuanto mayor sea el cambio vertical que se desee en la posición de los incisivos, más importante será colocar un arco lingual de estabilización, y viceversa. Las pequeñas correcciones durante la fase de acabado no suelen requerir la colocación de un arco lingual.

Por otra parte, si está indicada una ligera elongación de los dientes posteriores bastaría con incluir dobles en escalón en un arco de alambre flexible. El arco de alambre intermedio que precede al arco de torsión final es el que incluye estos



FIGURA 16-8 La arcada superior de esta paciente parece más estrecha debido a que el canino y los premolares están inclinados lingualmente, pero no se requiere mucha expansión entre estos dientes. En su lugar, la torsión de los caninos, y especialmente de los premolares, para enderezar estos dientes en sentido vestibulolingual, sin necesidad de mayor expansión, mejorará el aspecto de la dentición, y los cambios inducidos por la torsión son estables, no como los de la expansión. **A y B.** Antes del tratamiento. **C y D.** Después del tratamiento, que incluyó torsión para enderezar los caninos y premolares. (Por cortesía del Dr. B. Zachrisson.)



FIGURA 16-9 **A y B.** La misma paciente de la figura 16-8. Obsérvese la mejora estética de la sonrisa y la «anchura de la sonrisa» conseguidas con la torsión de los caninos y los premolares. Esto puede conseguirse fácilmente modificando la prescripción de los brackets para reducir o eliminar la torsión negativa en la mayoría de los brackets prescritos actualmente para caninos y premolares superiores (v. tabla 10-3). (Por cortesía del Dr. B. Zachrisson.)



FIGURA 16-10 Los elásticos de clase III tienden a extruir los molares superiores y pueden inducir rápidamente la aparición de una mordida abierta anterior. El uso de un elástico de clase III triangular, como en este caso, ayuda a controlar la tendencia a la mordida abierta. Los elásticos de clase II pueden hacer lo mismo extruyendo los molares inferiores, y es posible reducir la apertura de la mordida mediante una triangulación similar. Por supuesto, el uso de elásticos de clase III o clase II implica que se acepta algo de elongación de los molares.

dobleces en escalón (17×25 TMA con el aparato de ranura de 18, 21×25 M-NiTi con el aparato de ranura de 22). Se puede usar un arco auxiliar depresor para corregir la sobremordida, pero solo si el arco base es un arco de alambre redondo relativamente pequeño (v. capítulo 14), de manera que no es la solución preferida para una pequeña corrección de la sobremordida final.

Mordida abierta anterior

Al igual que en el caso de la mordida profunda, conviene analizar el origen del problema si persiste la mordida abierta anterior al llegar a la fase de acabado del tratamiento, y como sucede con la mordida profunda, la relación de los incisivos superiores con el labio y la altura facial anterior son cruciales a la hora de determinar lo que hay que hacer. Si la mordida abierta se debe a una erupción excesiva de los dientes posteriores, ya sea por un patrón de crecimiento inadecuado o por el uso excesivo de elásticos intermaxilares (fig. 16-10), su corrección durante la fase de acabado puede resultar muy difícil. El método más eficaz para conseguir la intrusión de los dientes posteriores es el anclaje esquelético. La colocación de tornillos óseos en la fase de acabado para conseguirlo implica que los pasos iniciales del tratamiento no se han completado satisfactoriamente, pero esto podría ser necesario en algunos pacientes con un patrón muy marcado de crecimiento de cara alargada.

Sin embargo, si no existen problemas graves con el patrón de crecimiento facial, una mordida abierta leve en la fase de acabado suele deberse a un nivel excesivamente bajo de la arcada inferior. El mejor tratamiento para este trastorno consiste en elongar los incisivos inferiores, pero no los superiores, creando así una curva de Spee leve en la arcada inferior. Debido a la rigidez de los arcos de alambre rectangular que se utilizan para el acabado (incluso con el aparato de arco de canto de ranura de 18), no sirve de nada utilizar elásticos verticales para profundizar la mordida

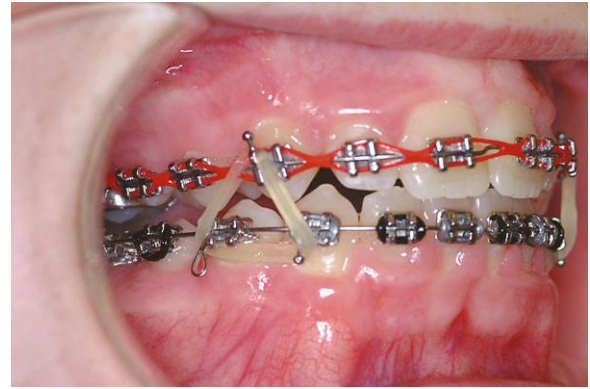


FIGURA 16-11 Pueden emplearse elásticos verticales anteriores, en este caso bilaterales en enganche triangular combinados con un elástico o como una caja anterior simple, para cerrar una mordida abierta anterior leve al final del tratamiento, pero esto solo funciona si los arcos de alambre se contornean de manera que permitan el movimiento de los dientes. Los elásticos no pueden vencer la acción de un arco rígido que está manteniendo la mordida abierta.

sin modificar la forma de los arcos de alambre. Los pasos con un arco inferior debidamente flexible, mientras se mantiene un arco superior más rígido, pueden ser eficaces si se complementan con elásticos verticales ligeros (fig. 16-11). Obviamente, si la exhibición de los incisivos superiores no fuera la adecuada, estaría indicada la elongación de estos dientes para cerrar la mordida, así como el uso de arcos flexibles y de estabilización inversos. La elongación de los incisivos superiores para cerrar una mordida abierta anterior moderada es un procedimiento bastante estable. La elongación de los incisivos superiores no es tan estable, y puede comprometer la estética facial si se vuelven muy prominentes. Conviene tener esto presente a la hora de recolocar verticalmente los incisivos.

«ASENTAMIENTO» FINAL DE LOS DIENTES

Al finalizar el tratamiento con el aparato de arco de canto, es frecuente que un arco de alambre rectangular completo mantenga algunos dientes ligeramente fuera de oclusión, con independencia del cuidado que se haya tenido al fabricarlo. Cuanto mejor encaje un arco rígido de alambre de acabado en los brackets y más dobleces necesite para compensar la posición de los brackets, más probabilidades habrá de que algunos dientes queden casi en oclusión, pero no del todo. Este fenómeno ya era conocido por los pioneros del aparato de arco de canto, quienes acuñaron el término «unido al arco» para describirlo. Comprobaron que con unos alambres que encajaban perfectamente era casi imposible conseguir que todos los dientes quedaran en una oclusión firme, aunque alguno podía acercarse. Por consiguiente, desde los primeros tiempos del tratamiento con el arco de canto hasta nuestros días se ha necesitado una primera etapa para acercar los dientes a la oclusión, denominada muy apropiadamente como «asentamiento» de los dientes.

Métodos para asentar los dientes

Existen tres formas de asentar la oclusión:

1. Sustituyendo los arcos de alambre rectangular justo al final del tratamiento por arcos redondos y finos que dejen a los dientes alguna libertad de movimiento (de 16 mil con el aparato de ranura de 18, de 16 o 18 mil con el aparato de ranura de 22) y elásticos verticales finos para juntar los dientes.
2. Usando elásticos verticales posteriores ligados después de retirar los segmentos posteriores de los arcos de alambre.
3. Utilizando un posicionador dental después de haber retirado las bandas y los brackets.

La sustitución de los alambres rectangulares completos por alambres redondos y ligeros justo al final del tratamiento era el método de asentamiento original que recomendaba Tweed en la década de los cuarenta, y tal vez antes otros pioneros del arco de canto. Estos arcos ligeros finales deben incluir los dobleces de primer o segundo orden que llevarsen los arcos rectangulares de acabado. Normalmente no es necesario que el paciente lleve elásticos verticales posteriores ligeros durante este asentamiento, pero pueden usarse si es preciso. Estos arcos ligeros asientan rápidamente los dientes en la oclusión final y solo deben permanecer colocados unas semanas como mucho.

El problema que plantean los alambres redondos de menor tamaño al final del tratamiento es la conveniencia de que exista alguna libertad de movimiento para el asentamiento de los dientes posteriores, pero se pierde al mismo tiempo el control estricto sobre los anteriores. Los ortodoncistas no descubrieron hasta la década de los ochenta las ventajas de retirar únicamente la parte posterior del alambre rectangular de acabado, dejando colocado el segmento anterior (generalmente, de canino a canino) y utilizando elásticos ligados para conseguir una oclusión perfecta entre los dientes posteriores (fig. 16-12).⁶ Con este método se sacrifica una parte importante del control sobre los dientes posteriores y, por consiguiente, no debe utilizarse en pacientes con rotaciones importantes o mordida cruzada posterior. Sin embargo, para la mayoría de los pacientes con dientes posteriores inicialmente bien alineados, esta es una forma muy simple y eficaz de asentar los dientes en su oclusión definitiva. Actualmente, representa la última fase del tratamiento activo para la mayoría de los pacientes.

Una solución muy utilizada es la de emplear elásticos ligeros de 19 mm con una dirección de clase II o clase III, dependiendo de que se desee algo más de corrección. También se puede colocar un par de elásticos de 9,5 u 8 mm en ambos lados formando un triángulo vertical. Estos elásticos no deben permanecer colocados más de 2 semanas, y suele bastar 1 semana para conseguir el asentamiento deseado. En ese momento, habrá que retirar los aparatos fijos y colocar los retenedores.

Debido a que se utiliza después de retirar el aparato de ortodoncia, el uso de un posicionador dental para el asentamiento final se trata tras la sección siguiente, en el epígrafe dedicado a retirada de bandas y de anclajes cementados.

Control del rebote y la postura

Después de una corrección de clase II o clase III, sobre todo si se han utilizado elásticos intermaxilares, los dientes tienden a rebotar nuevamente a su posición inicial a pesar de la presencia de arcos de alambre rectangular.

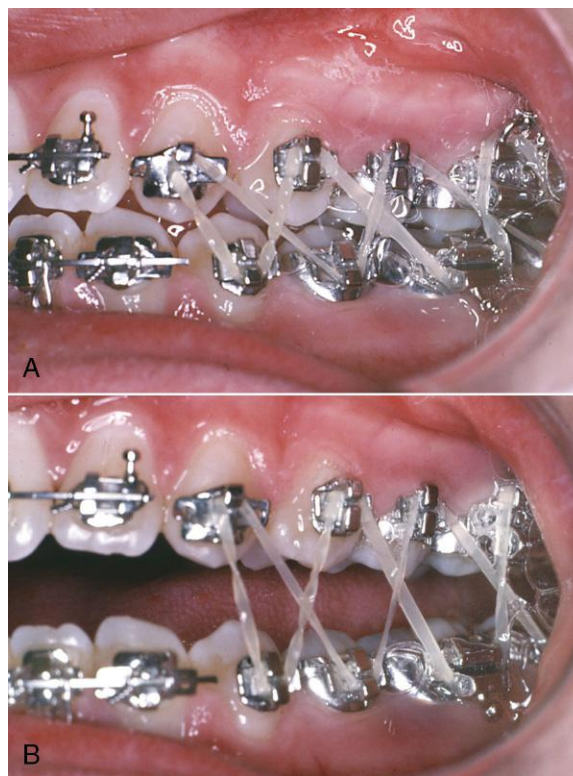


FIGURA 16-12 A y B. Empleo de elásticos ligados para asentar los dientes en la oclusión final al finalizar el tratamiento. Los elásticos pueden usarse con arcos de alambre redondo y ligero o (preferiblemente) con segmentos rectangulares en los brackets anteriores y sin nada de alambre en los posteriores. El último paso del tratamiento consiste entonces en cortar los arcos rectangulares de acabado distales a los incisivos laterales o los caninos y retirar los segmentos posteriores.

Debido a ello, es importante sobre corregir ligeramente las relaciones oclusales. En un paciente típico con mordida profunda anterior de clase II, hay que llevar los dientes a una relación de borde con borde entre los incisivos, eliminando totalmente el resalte y la sobremordida antes de retirar el casquete o las fuerzas elásticas. De este modo se deja alguna libertad para que los dientes reboten antes de acometer el asentamiento final.

A veces, cuando se utilizan elásticos de clase II, los pacientes empiezan a adelantar el maxilar inferior de tal manera que la oclusión parece mejor corregida de lo que está en realidad; y si se retiran los aparatos en ese momento, es probable que vuelvan a una relación molar de clase II y a un aumento del resalte. No debe confundirse esto con un rebote, que se debe únicamente al movimiento dental. El rebote es un fenómeno de 1-2 mm; la postura avanzada puede causar una recidiva de 4-5 mm, y obviamente es muy importante detectarla y continuar hasta conseguir una corrección verdadera.

Basándose en estas consideraciones, podemos establecer unas pautas para el tratamiento de acabado después de haber utilizado elásticos intermaxilares:

1. Una vez que se ha conseguido un grado de sobre corrección adecuado, hay que reducir la fuerza aplicada con los elásticos, al mismo tiempo que se mantienen los elásticos ligeros a tiempo completo hasta la próxima sesión.
2. En ese momento hay que suprimir los elásticos intermaxilares, 4-8 semanas antes de retirar los aparatos ortodóncicos,

para poder observar los posibles cambios debidos al rebote o a la postura. Conviene explicarle al paciente que va a descansar de los elásticos y que puede que tenga que utilizarlos algún tiempo más si se observa algún cambio, en lugar de decirle que ya no va a necesitarlos nunca más. Si se produce algún cambio, al paciente le cuesta menos aceptar que ha terminado el período de descanso y que necesita otro período de tratamiento con elásticos.

3. Si se ha alcanzado una oclusión estable, como etapa final del tratamiento hay que llevar los dientes a una relación oclusal firme sin la presencia de arcos de alambre gruesos, utilizando para ello uno de los métodos descritos anteriormente.

Retirada de bandas y de anclajes cementados

Las bandas se retiran simplemente rompiendo el anclaje cementado y extrayendo la banda del diente, lo que algunas veces no es tan sencillo como parece. En el caso de los molares y premolares superiores, se introduce un extractor de bandas de tal forma que primero se levante la superficie lingual y después la bucal (fig. 16-13). Si el aparato no incluye ganchos o abrazaderas linguales, habrá que usar una barra lingual soldada a las bandas para poder usar los alicates. En los dientes posteriores de la arcada inferior, la secuencia de aplicación de la fuerza es justamente la contraria: primero se aplica el extractor de bandas sobre la superficie bucal y después sobre la lingual.

Siempre que sea posible, los brackets adheridos deben desprenderse sin dañar la superficie del esmalte. Para ello se crea una línea de fractura en el adhesivo de unión o entre el bracket y la resina, y después se elimina la resina que quede en la superficie del esmalte. Con los brackets metálicos, el método más seguro consiste en aplicar unos alicates cortantes a la base de forma que se doblen (fig. 16-14). Esto tiene el inconveniente de que se destruye el bracket, que de otro modo podría ser reutilizado, pero normalmente es más importante proteger el esmalte.

No es muy frecuente que el esmalte resulte dañado al desprender los brackets metálicos, pero se han publicado algunos casos de fracturas del esmalte y de desprendimiento de fragmentos al retirar los brackets cerámicos (v. capítulo 10 para un comentario más detallado). También es bastante fácil que un bracket cerámico se rompa al intentar desprenderlo y, si así sucede, habrá que esmerilar grandes fragmentos del bracket con una piedra de diamante en un contraángulo. Estos problemas se deben a que los brackets cerámicos apenas se deforman; se desprenden intactos o se rompen. Para desprenderlos hay que aplicar sobre ellos fuerzas de cizallamiento, y la fuerza necesaria para conseguirlo pueden ser muy elevada.

Hay tres formas de tratar de resolver estos problemas a la hora de desprender brackets cerámicos:

1. Modificando la interfase entre el bracket y el cemento resinoso para incrementar las probabilidades de que al aplicar la fuerza, se produzca un fallo entre el bracket y el material adhesivo. La mayoría de los brackets cerámicos que se comercializan actualmente tienen una interfase diseñada para facilitar la separación. La unión química entre la resina adhesiva y el bracket puede llegar a ser demasiado buena, y la mayoría de los fabricantes la han debilitado o han abandonado por completo la adhesión química.



FIGURA 16-13 Retirada de bandas molares con unos alicates específicos para este cometido. **A.** Las bandas posteriores inferiores se retiran presionando fundamentalmente desde la superficie bucal. **B.** Las bandas posteriores superiores se retiran presionando desde la superficie lingual, lo cual es más fácil cuando se ha utilizado inicialmente un tubo lingual (como en este caso), una abrazadera u otro anclaje soldado a la banda.

2. Aplicando calor para reblandecer la resina adhesiva y poder así desprender el bracket con menos fuerza.
3. Modificando el bracket para que se rompa de una manera predecible cuando se aplica la fuerza necesaria para desprenderlo. Una de las ventajas de utilizar una ranura metálica en un bracket cerámico es que el bracket puede fabricarse de manera que se fracture por la zona de la ranura, lo que facilita considerablemente su retirada.

Actualmente, existen instrumentos electrotérmicos y láseres para calentar los brackets cerámicos para retirarlos. No cabe duda de que al calentar el bracket se necesita menos fuerza, y los resultados experimentales indican que los pacientes apenas sienten molestias y que el riesgo de lesión pulpar es mínimo.¹⁰ No obstante, la solución ideal sería perfeccionar el tercer sistema para poder desprender los brackets cerámicos sin calor tan fácilmente como se desprenden los metálicos.

El cemento que queda en los dientes después de retirar las bandas puede eliminarse fácilmente raspando, pero es más difícil eliminar los restos de resina adhesiva. Los mejores resultados se consiguen con una fresa de carburo de 12 estrías a velocidades moderadas en un contraángulo (fig. 16-15).¹¹ Esta fresa corta la resina con facilidad, pero apenas altera el esmalte. Sin embargo, una vez completada la limpieza, hay que aplicar fluoruro tópico, ya que se puede perder parte de la capa exterior de esmalte rica en fluoruros aunque se extremen las precauciones.

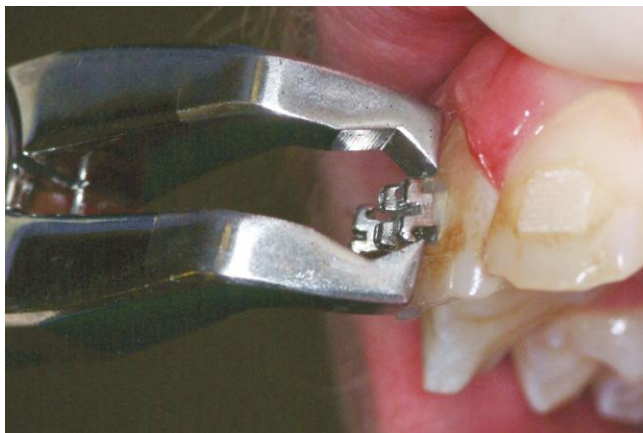


FIGURA 16-14 Retirada de brackets cementados. Se pueden emplear unos alicates especiales para fracturar la resina adhesiva, lo que suele hacer que mucha de la resina quede en la superficie vestibular. Ello resulta especialmente adecuado para brackets dobles. Este método tiene la ventaja de que el bracket suele desprenderse intacto, y el inconveniente de que la fuerza que se aplica es tan intensa que puede dañar el esmalte. La alternativa consiste en el uso de una cizalla para distorsionar la base del bracket. El primer sistema permite reciclar los brackets, pero el segundo es más seguro y suele dejar menos resina, que luego habrá que retirar de la superficie del diente.

POSICIONADORES PARA EL ACABADO

Una alternativa a los arcos de alambre redondos ligeros o los elásticos segmentados para el asentamiento final consiste en utilizar un posicionador dental de arcada completa. El posicionador resulta especialmente eficaz si se coloca inmediatamente después de retirar el aparato fijo ortodóncico. Normalmente, se fabrica retirando los arcos de alambre 4-6 semanas antes del momento previsto para la retirada del aparato, obteniendo impresiones de los dientes y un registro de las relaciones oclusales, y recolocando después los dientes en el laboratorio, introduciendo los pequeños cambios en la posición de cada diente que sean necesarios para conseguir el asentamiento correcto (fig. 16-16). No parece que en pacientes con unas relaciones intermaxilares normales haya que usar una transferencia de arco facial para montar los modelos para configurar el posicionador y fabricar un «posicionador gnatólógico». El posicionador debe abarcar todos los dientes que hayan erupcionado para prevenir la sobreerupción. En el laboratorio se recortan las bandas y los brackets y se cierran los espacios que dejan las bandas.

Este método indirecto permite ajustar la posición de cada uno de los dientes con mucha precisión, colocándolos en la relación final deseada. Seguidamente, se fabrica el posicionador aplicando un material elástico (antiguamente caucho, en la actualidad generalmente poliuretano) alrededor de los modelos recolocados y articulados, consiguiendo un dispositivo con la elasticidad inherente para desplazar ligeramente los dientes hasta su posición final cuando el paciente muerde sobre él.

El empleo de un posicionador dental en vez de arcos de alambre para el asentamiento final tiene dos ventajas: 1) permite



FIGURA 16-15 Al desprenderlos, la unión suele romperse entre la base del bracket y la resina, dejando restos de resina en el diente. La mejor manera de retirar los restos de resina es con una fresa lisa de carburo de 12 estrías y puliendo a continuación con piedra pómez. La fresa de carburo se utiliza con pasadas muy suaves para eliminar la resina.

retirar el aparato fijo algo antes de lo que sería necesario (es decir, con el posicionador se puede llevar a cabo una parte del acabado que podría haberse realizado con los arcos de alambre finales), y 2) no solo sirve para recolocar los dientes, sino que también tiene un efecto de masaje sobre las encías, que casi siempre están algo inflamadas e hinchadas tras el tratamiento ortodóncico general. La estimulación gingival que produce el posicionador es un sistema excelente para favorecer una rápida recuperación de la morfología gingival normal (fig. 16-17).

El uso de posicionadores durante el acabado también tiene algunos inconvenientes importantes. En primer lugar, estos aparatos requieren mucho trabajo de laboratorio y, por consiguiente, son caros. En segundo lugar, el asentamiento con un posicionador tiende a incrementar la sobremordida más que el asentamiento equivalente con elásticos ligeros. Esto es un inconveniente en pacientes que tienen una sobremordida inicialmente, pero puede ser una ventaja si el problema inicial era una mordida abierta anterior. En tercer lugar, un posicionador no mantiene adecuadamente la corrección de los dientes rotados, lo que significa que mientras se usa el aparato pueden recidivar algunas pequeñas rotaciones. Por último, es fundamental una buena cooperación por parte del paciente.

Con los modernos aparatos de arco de canto, la primera ventaja no es tan decisiva como era antes. Es un error retirar precozmente un aparato fijo moderno y depender de un posicionador para lograr un asentamiento más que aceptable de la oclusión. Actualmente, hay dos indicaciones fundamentales para un posicionador: 1) unas encías más inflamadas e hinchadas de lo normal al finalizar el tratamiento ortodóncico activo, o 2) la tendencia a la mordida abierta, de manera que haya que deprimir ligeramente los dientes posteriores (en lugar de elongarlos) para conseguir el asentamiento. El uso del posicionador está contraindicado cuando los dientes están muy mal alineados y rotados, si existe tendencia a la mordida profunda y si el paciente coopera poco.

El paciente debe llevar el posicionador 4 h como mínimo durante el día y mientras duerme. Dado que el grado de

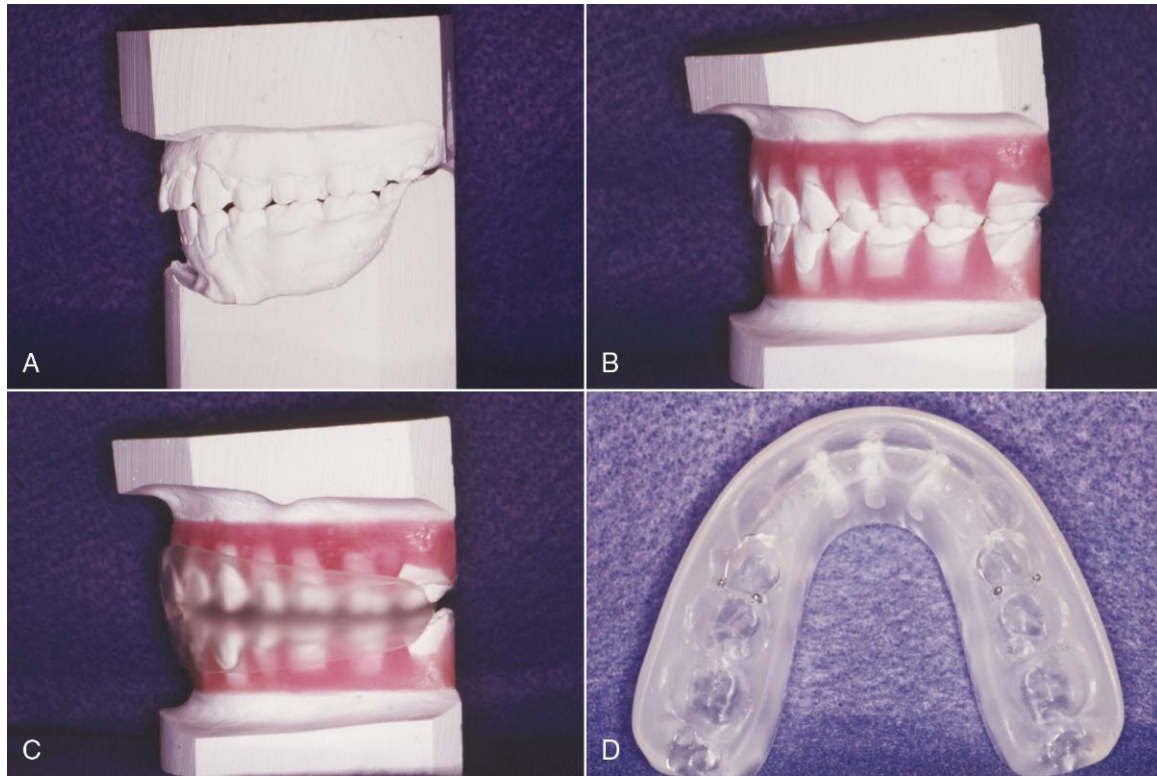


FIGURA 16-16 Empleo de un posicionador para el acabado. **A.** Modelos dentales obtenidos tras la retirada del aparato. **B.** Configuración del posicionador. A menudo, la impresión para el posicionador se toma 1 mes antes de desembandar, y las bandas y los brackets se modelan en el laboratorio, de manera que el posicionador puede entregarse inmediatamente después de haber quitado el aparato. **C.** Posicionador transparente sobre el modelo de predicción. **D.** Vista oclusal superior del posicionador. Obsérvense los ganchos en la zona de los premolares que ayudan a evitar que se abran espacios. Su uso es especialmente importante cuando se emplea un posicionador tras la extracción de un premolar superior.

movimiento dental suele disminuir rápidamente al cabo de unos días de uso, lo mejor es retirar los aparatos ortodóncicos, limpiar y tratar los dientes con fluoruro y colocar el posicionador inmediatamente, pidiendo al paciente que lo utilice tanto tiempo como pueda durante los primeros 2 días. Posteriormente, puede seguir con el esquema habitual de la noche más las 4 h diarias.

Como norma general, si el paciente colabora, un posicionador dental suele producir los cambios previsibles en un plazo de 2-3 semanas. Los registros finales (postratamiento) y las impresiones para el retenedor pueden obtenerse 2 o 3 semanas después de haber colocado el posicionador. A partir de ese momento, si se mantiene el aparato, actúa como un retenedor y no como dispositivo de acabado, y los posicionadores (incluso los gnatológicos) no suelen ser buenos retenedores (v. capítulo 17).

MÉTODOS ESPECIALES DE ACABADO PARA EVITAR RECIDIVAS

Las recidivas tras el tratamiento ortodóncico se deben fundamentalmente a dos causas: 1) crecimiento continuado del paciente con un patrón desfavorable, y 2) rebote tisular tras la supresión de las fuerzas ortodóncicas.

Control del crecimiento desfavorable

Los cambios producidos por el crecimiento continuado según un patrón de clase II, clase III, mordida profunda o mordida abierta pueden contribuir a que reaparezca la maloclusión original, por lo que representan una recidiva en ese sentido. Esos cambios se deben al patrón de crecimiento esquelético, y no solo al movimiento dental. Para controlar este tipo de recidivas hay que continuar con el tratamiento activo después de retirar los aparatos fijos.

Esta «retención activa» puede ser de dos formas. Una posibilidad consiste en mantener la fuerza extraoral junto con los retenedores ortodóncicos (p. ej., con un casquete de tracción alta durante la noche en un paciente con un patrón de crecimiento de mordida abierta de clase II). La otra, que a menudo es más aceptable para el paciente, consiste en utilizar un aparato funcional en lugar de un retenedor convencional después de completar el tratamiento con aparatos fijos. Este tema tan importante se analiza con más detalle en el capítulo 17.

Control del rebote de los tejidos blandos

Una razón importante para la retención es la de mantener los dientes hasta que se puedan remodelar los tejidos blandos. Sin embargo, incluso con la mejor remodelación se produce algún efecto de rebote tras aplicar las fuerzas ortodóncicas y, de hecho,



FIGURA 16-17 Mejoría gingival con el uso de un posicionador. **A.** Papilas superiores inflamadas inmediatamente después del desembandado, justo antes de colocar un posicionador inmediato. **B.** Dos semanas después. Solo en contados casos se observa este grado de inflamación e hinchazón gingivales durante el tratamiento con aparatos fijos, pero cuando se produce, una de las mejores maneras de resolverlo es colocando un posicionador.

ya hemos comentado la tendencia al rebote tras la retirada de los elásticos intermaxilares. Existen dos formas de combatir este fenómeno: 1) el sobretratamiento, de modo que un posible rebote solo devuelva los dientes a su posición correcta, y 2) la cirugía periodontal adyuvante para reducir el efecto de rebote debido a las fibras elásticas gingivales.

Sobretratamiento

Siempre es previsible un ligero rebote de los dientes hacia su posición anterior tras la corrección ortodóncica, por lo que parece lógico colocarlos al terminar el tratamiento en una posición ligeramente sobrecorregida. Como hemos explicado anteriormente, un buen acabado ortodóncico solo es compatible con un ligero sobretratamiento, aunque es posible aplicar este principio durante la fase de acabado. Vamos a considerar tres situaciones concretas:

1. Corrección de la maloclusión de clase II o clase III. Ya hemos hablado de un sobretratamiento de 1-2 mm para afrontar el rebote previsible tras la corrección de clase II o clase III. Mientras el aparato siga colocado, se pueden recolocar los elásticos para conseguir una corrección total si se observa un rebote excesivo (o si se detecta una postura avanzada).
2. Corrección de la mordida cruzada. Cualquiera que sea el mecanismo utilizado para corregir la mordida cruzada, esta deberá sobrecorregirse como mínimo 1-2 mm antes

de anular el sistema de fuerzas. Si la mordida cruzada se corrige durante la primera fase del tratamiento, como debería ser, la sobrecorrección se irá perdiendo gradualmente durante las fases posteriores, aunque esto debería mejorar la estabilidad al establecer con exactitud las relaciones transversales durante la fase de acabado.

3. Dientes irregulares y rotados. Al igual que las mordidas cruzadas, las irregularidades y las rotaciones pueden sobre corregirse durante la primera fase del tratamiento, llevando, por ejemplo, un diente colocado lingualmente hasta una posición labial algo excesiva, y viceversa. Conviene mantener los dientes en una posición ligeramente sobrecorregida al menos unos cuantos meses durante el final de la primera fase del tratamiento y la segunda fase. Sin embargo, por lo general no conviene incluir esta sobrecorrección en los arcos de alambre rectangular para el acabado.

Igualmente, también es posible sobrerrotar un diente que esté rotando a su posición correcta en la arcada dental. Se puede mantener la posición sobrerrotada ajustando las alas de los brackets sencillos, o manteniendo colocada una cuña de rotación con los brackets gemelos. Las posiciones labiolinguales sobrecorregidas de los incisivos pueden mantenerse fácilmente con dobles de primer orden en arcos de alambre en funciones. Hay que mantener los dientes rotados en una posición sobrecorregida tanto tiempo como sea posible, pero incluso así estos dientes suelen ser candidatos a los tratamientos periodontales que se describen a continuación.

Cirugía periodontal adyuvante

Sección de las fibras elásticas gingivales. Una causa muy importante del rebote tras el tratamiento ortodóncico es la existencia de una red de fibras elásticas gingivales supracrestales. Cuando los dientes se desplazan hacia una nueva posición, estas fibras tienden a distenderse y se remodelan con mucha lentitud. Si se pudiera eliminar la tracción de estas fibras elásticas, se suprimiría una importante causa de recidiva de las irregularidades y rotaciones dentales previas. De hecho, si seccionamos las fibras supracrestales y dejamos que cicatricen mientras mantenemos los dientes en la posición correcta, podemos reducir considerablemente la recidiva producida por la elasticidad gingival.

La cirugía para seccionar las fibras elásticas supracrestales es una intervención muy sencilla que no requiere la participación de un periodontólogo, a menos que la posible recesión gingival pueda plantear problemas estéticos. Pueden utilizarse dos métodos. El primero, desarrollado originalmente por Edwards,¹² recibe el nombre de *fibrotomía supracrestal circunferencial* (FSC). Tras infiltrar un anestésico local, se introduce la punta afilada de un bisturí fino en el surco gingival hasta llegar a la cresta del hueso alveolar. Se practican sendos cortes interproximales a ambos lados del diente rotado y a lo largo de los bordes gingivales labial y lingual, a menos que la encía labial o lingual sea muy fina, en cuyo caso se omite esta parte del corte circunferencial. No es necesario colocar compresas periodontales, y solo se producen unas molestias leves tras la intervención.

Otra posibilidad consiste en practicar una incisión en el centro de cada papila gingival, respetando el borde pero separando

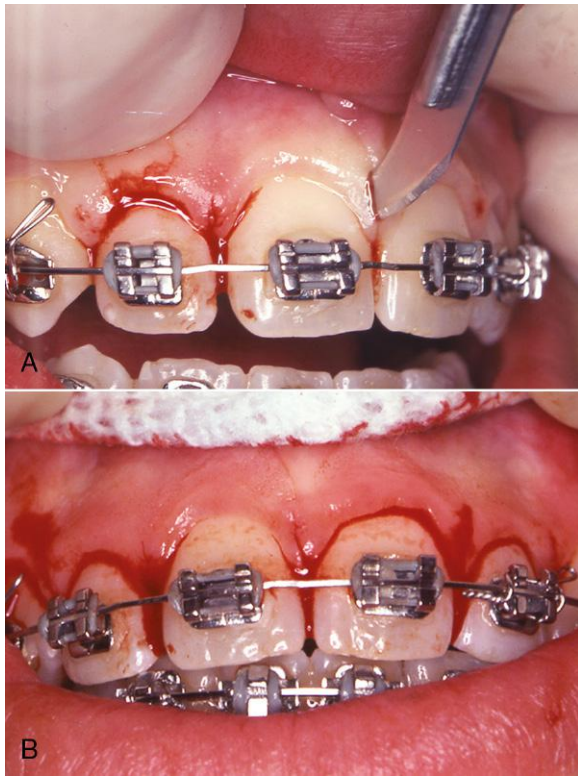


FIGURA 16-18 El método de la «escisión papilar» es una alternativa al sistema de la FSC «alrededor del diente» de sección circunferencial de las fibras gingivales para mejorar la estabilidad tras el tratamiento. Está indicado especialmente para zonas de gran demanda estética, como la región anterior de la arcada superior. Se practican unos cortes verticales en las papilas gingivales sin separar el borde gingival a la altura de la punta papilar. **A.** Bisturí introducido para realizar el corte vertical. **B.** Fotografía obtenida después de haber completado las secciones papilares y antes de suturar. Otra ventaja de este método es que es más fácil de realizar cuando el paciente lleva colocado un aparato ortodóncico y un arco de alambre.

la papila justo por debajo de dicho borde hasta 1-2 mm por debajo de la altura del hueso bucal y lingualmente (fig. 16-18). Se dice que con esta modificación disminuyen las posibilidades de que tras la cirugía mengüe la altura de la inserción gingival, y está indicada especialmente en zonas de importancia estética (p. ej., la región de los incisivos superiores). No obstante, existe muy poco riesgo de recesión gingival con la FSC original, a no ser que se seccionen tejidos labiales o linguales muy finos. Desde el punto de vista de la mejor estabilidad tras el tratamiento ortodóncico, ambas técnicas quirúrgicas proporcionan resultados equiparables.

Ni la FSC ni la sección papilar deben realizarse antes de haber corregido la mala alineación dental y haber mantenido los dientes en sus nuevas posiciones durante varios meses. Esto significa que estas intervenciones siempre se deben realizar algunas semanas antes de retirar el aparato ortodóncico o, si se lleva a cabo coincidiendo con la retirada del aparato, hay que colocar un retenedor casi inmediatamente. Lo más sencillo es realizar la FSC después de retirar los aparatos ortodóncicos, aunque también se puede llevar a cabo con los aparatos colocados. La sección papilar puede tener la ventaja de que es más fácil de efectuar con el aparato ortodóncico colocado. El problema que

plantea la colocación de un retenedor inmediatamente después de la cirugía es la dificultad para evitar el contacto con los tejidos blandos en una zona irritada.

La experiencia nos ha demostrado que la sección de las fibras gingivales es un método muy eficaz para controlar las recidivas rotacionales, pero no contrarresta la tendencia de los incisivos apiñados a recaer en las irregularidades. Por consiguiente, la principal indicación para la cirugía gingival es la existencia de uno o varios dientes muy rotados. Este tipo de cirugía no está indicado en pacientes con apiñamiento sin rotaciones.

TÉCNICAS MICROESTÉTICAS PARA EL ACABADO

Ya hemos comentado en el capítulo 6 los aspectos microestéticos de la exposición y la forma de los dientes. Por lo general, deben considerarse en primer lugar los aspectos relacionados con los tejidos blandos, y posponer la enameloplastia hasta que se haya conseguido la alineación inicial y se hayan corregido las rotaciones.

Recontorneado de la encía para mejorar las proporciones y la exposición de los dientes

En los cocientes de altura-anchura de los dientes influye notablemente el grado de cobertura gingival de la parte superior de la corona, y este aspecto debe analizarse antes de proceder a recontornear los dientes. En la paciente de la figura 16-19, el cociente de altura-anchura de los incisivos superiores estaba muy por debajo del valor normal debido a que la parte superior de las coronas estaba cubierta por la encía. El sondaje confirmó la posibilidad de suprimir la encía hasta el nivel de la unión cemento-esmalte, y se utilizó un láser de diodos para realizar este trabajo. De este modo, se mejoró la proporcionalidad de los dientes y la exposición de los incisivos.

Remodelación de los dientes para mejorar su aspecto estético

Durante muchos años, los odontólogos han definido la forma y el aspecto de los dientes en términos de: 1) unos cocientes ideales de dimensiones dentales, que dependen del grado de cobertura o exposición de las coronas por los tejidos gingivales, como hemos señalado anteriormente, y 2) las definiciones de forma y contorno dentales. Gran parte de la odontología estética moderna se basa en estas dimensiones y definiciones.¹³ La identificación y el tratamiento de las características microestéticas pueden mejorar considerablemente los resultados ortodóncicos^{14,15} y, por consiguiente, representan una parte muy importante del diagnóstico y el tratamiento ortodóncicos.

En general, se procede primero a remodelar los tejidos blandos, a menudo como una primera fase del tratamiento. Esto permite colocar los brackets en una posición vertical ideal al comienzo del tratamiento, de manera que se pueden mejorar los bordes gingivales y la ubicación de los bordes incisales, y se

dispone además de tiempo para que puedan curar los tejidos, de manera que los cambios en los tejidos blandos no influyan en las proporciones aparentes de los dientes. El remodelado de los dientes debe posponerse hasta después de la fase inicial de alineación ortodóncica ya que, si se corrige la rotación de un diente, cambia la percepción de su anchura pero no la de su altura, dando lugar a un cociente de altura-anchura engañoso. Tras la alineación, se puede proceder a remodelar los dientes como se desee, aunque esto debe completarse antes del final de la fase de acabado.

Consideremos el caso de la paciente de la figura 16-20, cuyo problema principal radicaba en la protrusión de sus dientes. Había sido tratada durante la adolescencia hasta conseguir una

oclusión y una alineación dental relativamente buenas, pero ahora quería mejorar el aspecto de sus dientes al sonreír.

Durante la evaluación clínica se identificaron los siguientes problemas microestéticos:

- Diferencias de altura vertical en los dientes superiores y sus bordes gingivales.
- Diferencias en los cocientes de altura-anchura de los incisivos centrales.
- Unos incisivos centrales desproporcionadamente más grandes que los laterales.
- Una longitud de conector reducida entre los incisivos centrales. La longitud ideal del conector entre estos dientes



FIGURA 16-19 **A.** En esta paciente a punto de terminar el tratamiento ortodóncico, la exposición inadecuada de los incisivos superiores se debía fundamentalmente a unas coronas clínicas muy cortas como consecuencia del excesivo crecimiento gingival. **B.** En este primer plano de la sonrisa se puede ver que el cenit de las coronas de los dos incisivos centrales, especialmente del derecho, queda demasiado distal, y que la encía tiene un contorno excesivo por encima de ambos incisivos laterales. Al sondar se comprobó que se podía suprimir el exceso de tejido hasta el nivel de la unión cemento-esmalte. **C.** Aspecto de los dientes y la encía, inmediatamente después de remodelar esta última con el láser.



FIGURA 16-19 (cont.) D. Dos semanas después. E. Tres meses después, primer plano. F. Sonrisa de cara completa al término del tratamiento.

equivale al 50% de la altura de los incisivos centrales, y en este caso la longitud del conector era solo del 28%.

- Una tronera gingival excesiva entre los incisivos centrales, que formaba un «triángulo negro».

El plan de tratamiento microestético y el orden de tratamiento (fig. 16-21) incluían:

1. Corregir los cocientes de altura-anchura de los incisivos centrales. El cociente del incisivo central izquierdo se acercaba razonablemente al valor ideal; había que elongar el incisivo central derecho, si era posible. Se sondó una profundidad gingival en el incisivo central derecho de 3 mm; reduciendo la profundidad del surco mediante una gingivectomía con láser se podría mejorar la altura de la corona en 1-2 mm.
2. Modificar las proporciones de anchura. Dado que los incisivos laterales tenían una anchura normal y los incisivos centrales eran inusualmente anchos, lo que había que hacer a continuación era estrechar estos últimos eliminando esmalte interproximal para mejorar el cociente de altura-anchura. Actuando solo sobre las superficies mesiales se reduciría o eliminaría el triángulo negro entre los incisivos centrales y se incrementaría la longitud del conector. Esto daría lugar a algunos ángulos lineales que obligarían a redondear las troneras como fase final de la enameloplastia.

3. Cerrar el espacio creado por la remodelación de los incisivos centrales, y como fase final de la enameloplastia, remodelar las troneras incisales para acabar la forma del conector y de la tronera.

4. Pulir las superficies de esmalte después de completar el tratamiento y retirar los aparatos ortodóncicos. La sonrisa de la paciente después del tratamiento (fig. 16-22) demuestra el valor del cuidado en los detalles finales, de tal manera que se consiguen las características de unos dientes estéticos.

En un paciente con dientes malformados o dañados, el ortodoncista tiene que colaborar con un odontólogo restaurador, en muchos casos durante el tratamiento ortodóncico activo y a la conclusión del mismo (fig. 16-23). Las restauraciones provisionales que consiguen que todos los dientes tengan aproximadamente el tamaño correcto facilitan considerablemente el acabado ortodóncico. Las técnicas modernas de restauración (especialmente el uso de carillas laminadas) pueden marcar una diferencia muy considerable en la calidad del resultado final. En el capítulo 18 se explica detalladamente la interacción entre ortodoncistas y odontólogos restauradores.

Estas técnicas microestéticas de acabado representan una forma muy sencilla de mejorar el resultado ortodóncico de un modo que los pacientes perciben fácilmente y saben valorar adecuadamente.

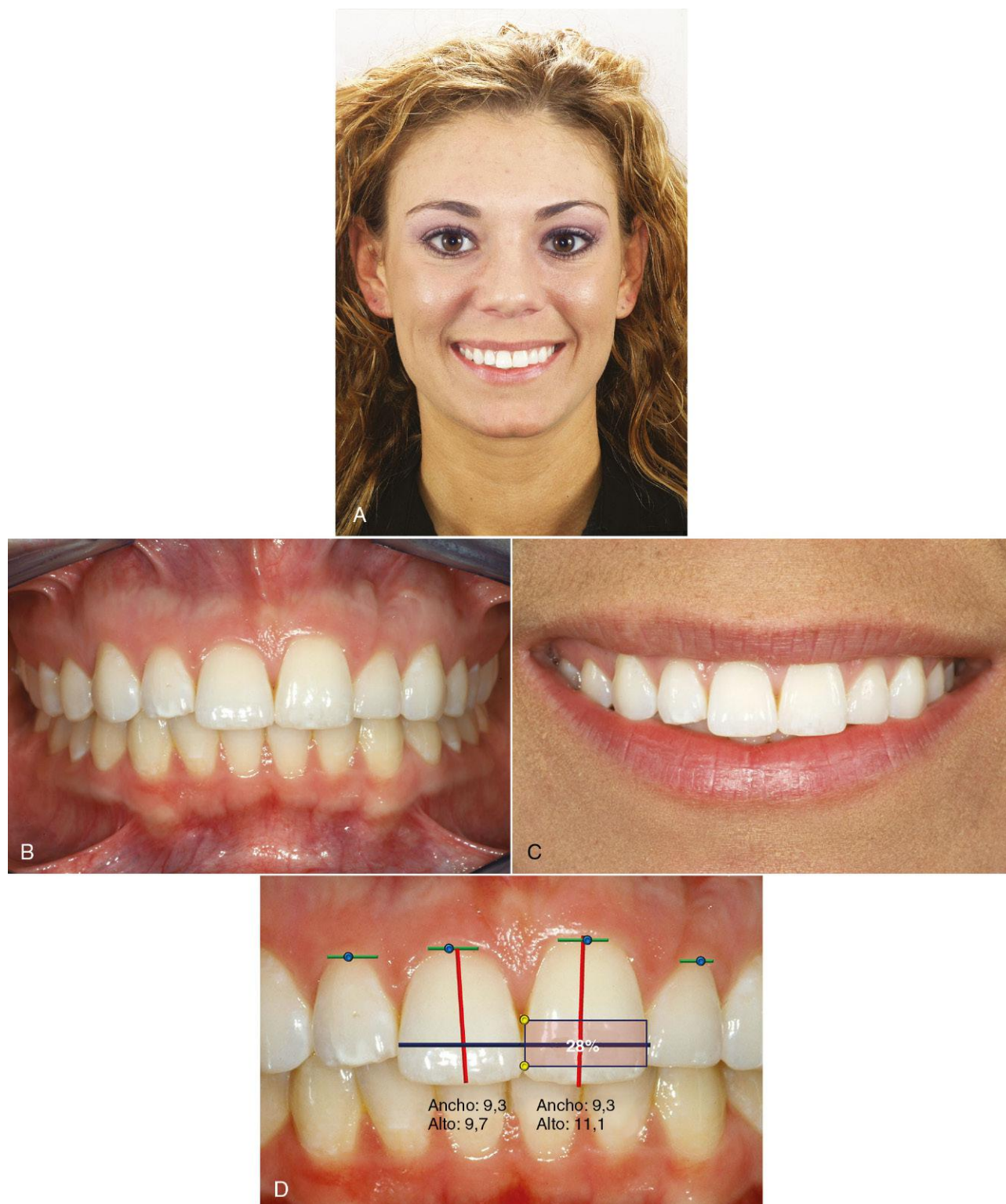


FIGURA 16-20 **A.** El principal problema de esta paciente consistía en unos dientes muy prominentes. Cuando era niña fue tratada hasta conseguir una oclusión favorable y una sonrisa de estética aceptable. **B y C.** Tenía los dientes razonablemente bien alineados, con una sobremordida/resalte y un arco de sonrisa favorables, pero: 1) existe una discrepancia entre los bordes incisales y los márgenes gingivales; 2) un cociente de altura-anchura del incisivo central derecho de 1:1, con un cociente más apropiado de 8:10 para el incisivo central izquierdo, y 3) una tronera gingival excesiva entre los incisivos centrales, lo que suele conocerse como «triángulo negro». **D.** Al evaluar las características microestéticas se observó que los cenits gingivales (indicados por los puntos verdes) estaban en una posición correcta, ligeramente distales a los ejes longitudinales de los incisivos centrales y coincidiendo con los de los incisivos laterales. La excesiva tronera gingival y el triángulo negro se debían a que el conector era muy corto, únicamente del 28% (recuadro sobre el incisivo central izquierdo). La longitud ideal del conector debe abarcar el 50% de la altura del incisivo central.



FIGURA 16-21 El incisivo central derecho de la paciente de la figura 16-20 era más corto de lo normal, y después de comprobar mediante sondaje periodontal que se podía suprimir una cantidad adecuada de tejido sin comprometer la inserción gingival, se practicó una gingivectomía asistida por láser. **A.** Inmediatamente después del tratamiento con láser. Gracias a la coagulación conseguida con el láser, no fue necesario ningún apósito gingival. **B.** Tras la alineación inicial de los dientes, se usó una fresa de carburo fina para alargar el conector entre los incisivos centrales y los brackets. **C.** Tras la remodelación interproximal quedaron unos ángulos lineales que hubo que mejorar con una fresa cónica de diamante. **D.** Después de cerrar el espacio, se rebajaron las esquinas mesiales de los dientes para mejorar las troneras incisales, y se ajustó la corona del incisivo central derecho y las posiciones de los brackets para que al nivelar los bordes incisales también quedaran igualados los bordes gingivales.



FIGURA 16-22 Misma paciente de las figuras 16-20 y 16-21. **A.** Se consiguieron las posiciones de los contactos, las troneras y la longitud de los conectores deseados. **B.** Primer plano de la sonrisa final. **C.** Sonrisa de cara completa. Al comparar las figuras 16-20, A y 16-22, C se aprecia el efecto de mejorar la exposición y los contornos de la sonrisa.



FIGURA 16-23 Sonrisa antes de tratamiento (A), vista del perfil (B) y fotografía intraoral (C) de una chica de 11 años con unos incisivos centrales superiores malformados. Obsérvese la poca altura facial, la evasión del labio superior y la escasa longitud de las coronas. Se pospuso su tratamiento hasta los 12,5 años de edad; para entonces, la niña ya estaba bastante preocupada por el aspecto «desdentado» de su sonrisa, y se consideró que estaba iniciando su estirón puberal. Se procedió entonces a extruir los dientes posteriores para incrementar la altura facial, utilizando para ello un casquete cervical y elásticos verticales. D. A los 14 años de edad, después de 18 meses de tratamiento, se retiraron los brackets superiores para poder colocar unas carillas provisionales con el objeto de mejorar las proporciones de los incisivos y aumentar la exposición de los mismos. E. Posteriormente, se recolocaron los brackets a un nivel más gingival y se continuó con el tratamiento.

(Continúa)

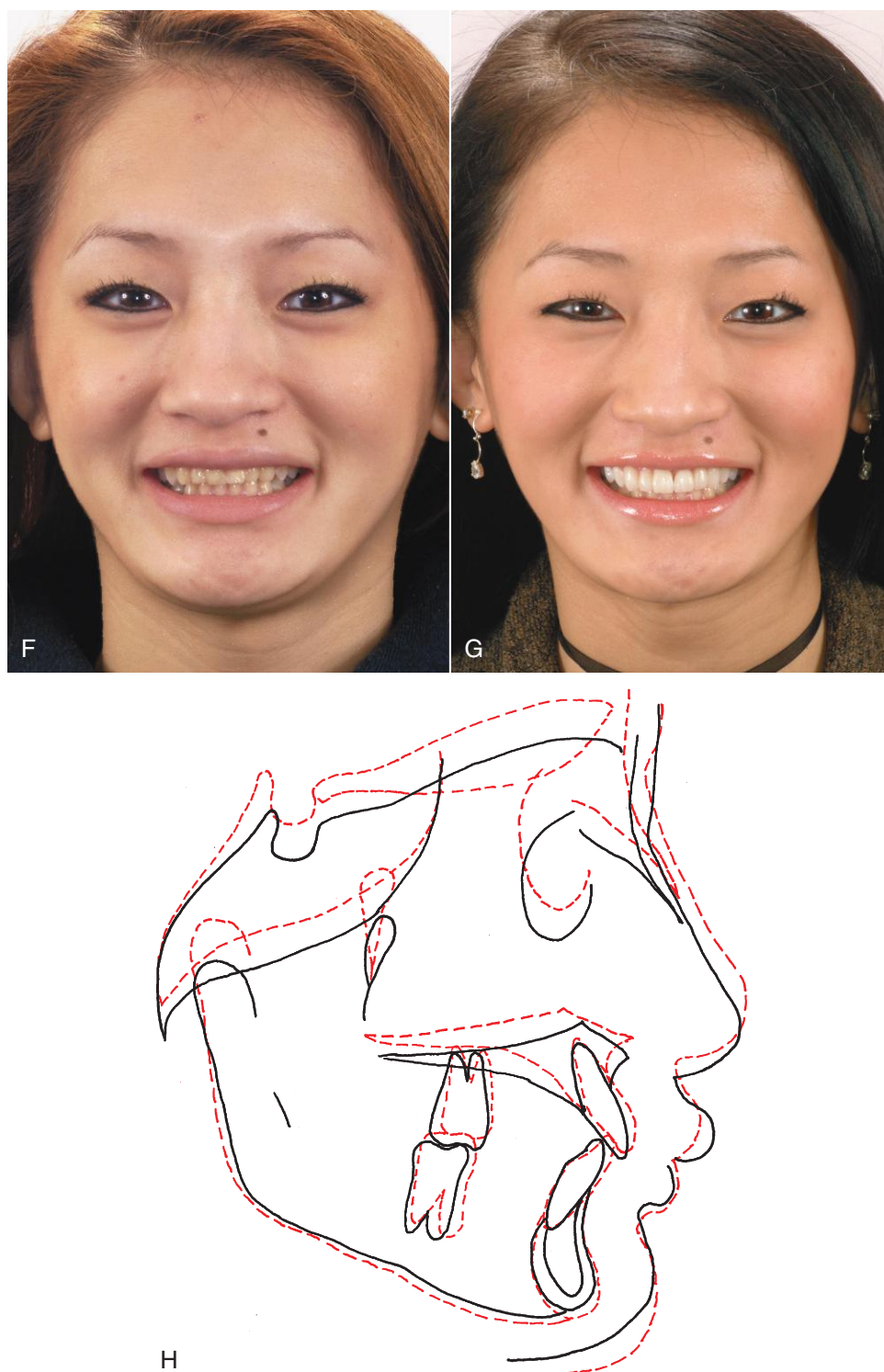


FIGURA 16-23 (cont.) F. Después de otros 9 meses de tratamiento, se retiraron los brackets a los 15 años de edad. Con las carillas provisionales todavía colocadas, el arco de sonrisa era más aplanado de lo ideal. G. A los 18 años de edad se colocaron carillas permanentes en los incisivos, con lo que se consiguió mejorar aún más el aspecto de la sonrisa. H. Superposición cefalométrica entre los 12,5 y los 15 años de edad; se aprecia el aumento de la altura facial y la erupción de los dientes posteriores y anteriores que ha tenido lugar durante el tratamiento ortodóncico. Gracias al aumento de la altura facial y al equilibrio conseguido con el tratamiento ortodóncico, fue posible restaurar satisfactoriamente los dientes malformados, y las restauraciones fueron un elemento fundamental a la hora de obtener el resultado final.

Bibliografía

1. Burstone CJ, Koenig HA. Creative wire bending—the force system from step and V bends. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 93:59-67, 1988.
2. Gianelly AA. Asymmetric space closure. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 90:335-341, 1986.
3. Othman S, Harradine N. Tooth size discrepancies in an orthodontic population. *Angle Orthod* 77:668-674, 2007.
4. Kokich VG, Kokich VO. Interrelationship of orthodontics with periodontics and restorative dentistry. In: Nanda R, ed. *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics*, Philadelphia: Elsevier/Saunders; 2005.
5. Fields HW. Orthodontic-restorative treatment for relative mandibular anterior excess tooth size problems. *Am J Orthod* 79:176-183, 1981.
6. Isaacson RJ, Rebellato J. Two-couple orthodontic appliance systems: torquing arches. *Semin Orthod* 1:31-36, 1995.
7. Zachrisson BU. Buccal uprighting of canines and premolars for improved smile esthetics and stability. *World J Orthod* 7:406-412, 2006.
8. Zachrisson BU. Maxillary expansion: long-term stability and smile esthetics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 121:432-433, 2002 (abstracted from *World J Orthod* 2 266-272 2001).
9. Steffen JM, Haltom FT. The five-cent tooth positioner. *J Clin Orthod* 21:528-529, 1987.
10. Feldon PJ, Murray PE, Burch JG, et al. Diode laser debonding of ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:458-462, 2010.
11. Eliades T, Gioka C, Eliades G, et al. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod* 26:333-338, 2004.
12. Edwards JG. A long-term prospective evaluation of the circumferential supracrestal fiberotomy in alleviating orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 93:380-387, 1988.
13. Spear FM, Kokich VG, Mathews DP. Interdisciplinary management of anterior dental esthetics. *J Am Dent Assoc* 137:160-169, 2006.
14. Sarver DM. Enameloplasty and esthetic finishing in orthodontics—Identification and treatment of microesthetic features in orthodontics. Part 1. *J Esthet Restor Dent* 23:296-302, 2011.
15. Sarver DM. Enameloplasty and esthetic finishing in orthodontics—Differential diagnosis of incisor proclination—The importance of appropriate visualization and records. Part 2. *J Esthet Restor Dent* 23:303-313, 2011.

CAPÍTULO 17

RETENCIÓN

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

¿POR QUÉ ES NECESARIA LA RETENCIÓN?

Reorganización de los tejidos periodontales y gingivales
Cambios oclusales relacionados con el crecimiento

APARATOS DE QUITA Y PON A MODO DE RETENEDORES

Retenedores de Hawley
Retenedores envolventes de quita y pon (clips)
Retenedores transparentes (fabricados al vacío)
Posicionadores utilizados como retenedores

RETENEDORES FIJOS

RETENEDORES ACTIVOS

Realineación de incisivos irregulares: retenedores
de resortes
Corrección de las discrepancias oclusales: aparatos
funcionales modificados a modo de retenedores activos

En las competiciones deportivas, no importa lo bien que marchen las cosas para un equipo en la última parte del partido; se dice que «el partido no termina hasta que suena el pitido final». En ortodoncia, aunque el paciente pueda pensar que el tratamiento ha terminado cuando le retiran los aparatos, todavía queda una fase importante. El control ortodóncico de la posición dental y de las relaciones oclusales debe interrumpirse de forma gradual, y no con brusquedad, si se quieren conseguir resultados óptimos a largo plazo. Este tipo de retención debe ser incluido en el plan de tratamiento original.

¿POR QUÉ ES NECESARIA LA RETENCIÓN?

Pueden citarse varios factores que influyen en los resultados a largo plazo^{1,2} y que hacen que los resultados del tratamiento ortodóncico sean potencialmente inestables, por lo que es necesario recurrir a la retención por tres razones: 1) los tejidos gingivales y periodontales se ven afectados por la movilización ortodóncica de los dientes y necesitan tiempo para reorganizarse

cuando se retiran los aparatos; 2) los dientes pueden quedar en una posición inherentemente inestable tras el tratamiento, con lo cual las presiones de los tejidos blandos producen una constante tendencia a la recidiva, y 3) los cambios producidos por el crecimiento pueden alterar los resultados del tratamiento ortodóncico. Cuando los dientes no están en una posición inherentemente inestable y el crecimiento no continúa, la retención sigue siendo fundamental hasta que se haya completado la reorganización gingival y periodontal. Si los dientes son inestables, como suele suceder tras una expansión significativa de los arcos dentales, de nada sirve la retirada gradual de los aparatos ortodóncicos. Las únicas posibilidades son aceptar las recidivas o proceder a la retención permanente. Por último, cualquiera que sea la situación, no es posible abandonar la retención hasta haber completado prácticamente el proceso de crecimiento.

Reorganización de los tejidos periodontales y gingivales

Durante el tratamiento ortodóncico, es habitual que se produzca un ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal (LPD) y una rotura de los haces de fibras colagenosas que sujetan cada diente (v. capítulo 8). De hecho, estos cambios son necesarios para que se pueda producir la movilización ortodóncica. Aun en el caso de que el movimiento ortodóncico cese antes de retirar el aparato ortodóncico, la arquitectura periodontal normal no se restablecerá en tanto que el diente esté fuertemente unido a sus vecinos, como sucede, por ejemplo, cuando está anclado a un arco de alambre ortodóncico muy rígido (por lo que no podemos considerar la sujeción de los dientes con arcos de alambre pasivos como el comienzo de la retención). Una vez que cada diente es capaz de responder individualmente a las fuerzas de masticación (es decir, una vez que se puede desplazar ligeramente con respecto a sus vecinos cuando el paciente mastica), se produce una reorganización del LPD en un plazo de unos 3-4 meses, desapareciendo la ligera movilidad que existe en el momento de retirar el aparato.

Esta reorganización del LPD es muy importante para la estabilidad, debido a la contribución periodontal al equilibrio que controla normalmente la posición dental. Si revisamos brevemente nuestros conceptos actuales sobre el equilibrio entre las presiones

(v. un comentario más detallado en el capítulo 5), veremos que los dientes suelen soportar las fuerzas oclusales gracias a las propiedades absorbentes del sistema periodontal. Desde el punto de vista de la ortodoncia, tiene más importancia el hecho de que los desequilibrios pequeños, pero prolongados, en las presiones de la lengua, los labios y las mejillas o en las de las fibras gingivales, que normalmente producirían un desplazamiento dental, son contrarrestados por una «estabilización activa» debida al metabolismo del LPD. Parece ser que esta estabilización se debe al mismo mecanismo generador de fuerzas que da lugar a la erupción dental. La alteración del LPD que produce la movilización ortodóncica tiene probablemente escaso efecto sobre la estabilización frente a las fuerzas oclusales, pero reduce o elimina la estabilización activa, lo que significa que, inmediatamente después de retirar los aparatos ortodóncicos, los dientes carecen de la estabilidad frente a las presiones oclusales y de los tejidos blandos que pueden presentar más adelante. Esta es la razón por la que todos los pacientes tienen que llevar retenedores durante al menos algunos meses.

La movilización ortodóncica de los dientes altera también la red de fibras gingivales, que deberá ser remodelada para adaptarse a la nueva posición dental. En la encía hay fibras colagenosas y elásticas, y Reitan descubrió hace muchos años que la reorganización de ambas es más lenta que la del propio LPD.³ Por lo general, las redes de fibras colagenosas de las encías han completado su reorganización en un plazo de 4 a 6 meses, pero las fibras elásticas supracrestales se remodelan con gran lentitud y todavía pueden ejercer fuerzas capaces de desplazar un diente 1 año después de haber retirado el aparato ortodóncico. En pacientes con rotaciones graves, se recomienda seccionar las fibras supracrestales alrededor de los dientes muy mal rotados en el momento de retirar el aparato o justo antes, ya que de ese modo se reduce la tendencia a las recidivas como consecuencia de la elasticidad de las fibras (v. fig. 16-18).

En este esquema para la recuperación de los tejidos blandos tras el tratamiento ortodóncico se basan los principios de la retención frente a la inestabilidad intramaxilar:

1. La dirección de la posible recidiva se puede identificar comparando la posición de los dientes al finalizar el tratamiento con las originales. Los dientes tenderán a retroceder en la dirección de la que proceden, debido fundamentalmente al retroceso elástico de las fibras gingivales, pero también al desequilibrio entre las fuerzas linguales y labiales (fig. 17-1).
2. Los dientes necesitan una retención casi constante tras el tratamiento ortodóncico durante los 3-4 meses siguientes a la retirada de un aparato ortodóncico fijo. No obstante, para estimular la reorganización del LPD, los dientes deben tener libertad para flexionarse individualmente durante la masticación, al doblarse el hueso alveolar en respuesta a las sobrecargas oclusales durante la masticación (v. capítulo 8). Este requisito puede cumplirse utilizando en todo momento un aparato de quita y pon, excepto durante las comidas, o con un aparato fijo que no sea muy rígido.
3. Debido a la lentitud de la respuesta de las fibras gingivales, la retención se debe prolongar durante al menos 12 meses, si los dientes presentaban bastantes irregularidades en un principio, pero puede reducirse a tiempo parcial al cabo de 3-4 meses. Transcurridos unos 12 meses, debería ser posible interrumpir la retención en los pacientes que hayan dejado de crecer. Para ser más exactos, la situación debería haberse estabilizado para entonces o nunca lo hará y, en la

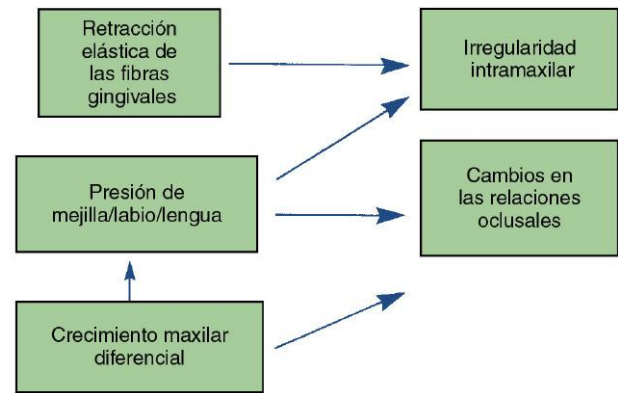


FIGURA 17-1 Las principales causas de recidiva tras el tratamiento ortodóncico son la elasticidad de las fibras gingivales; las presiones de las mejillas, los labios y la lengua, y el crecimiento de los maxilares. Las fibras gingivales y las presiones de los tejidos blandos son especialmente potentes durante los primeros meses siguientes al final del tratamiento activo, antes de haberse completado la reorganización del ligamento periodontal. El crecimiento desfavorable es el principal contribuyente a los cambios en las relaciones oclusales.

mayoría de los pacientes, debe esperarse un cierto grado de reapiamiento de los incisivos inferiores a plazo. Algunos pacientes que han dejado de crecer requerirán retención permanente para mantener los dientes, en lo que de otro modo sería una posición inestable, debido a las presiones demasiado intensas de los labios, las mejillas y la lengua como para poder ser compensadas por la estabilización activa. Sin embargo, los pacientes que siguen creciendo suelen necesitar retención hasta que el crecimiento disminuye hasta los típicos niveles reducidos de la vida adulta.

Cambios oclusales relacionados con el crecimiento

La continuación del crecimiento resulta especialmente molesta en los pacientes cuya maloclusión original se debía (fundamentalmente o en parte) al patrón de crecimiento esquelético. Si continúa el crecimiento, los problemas esqueléticos tienden a recidivar en los tres planos del espacio (fig. 17-2) debido a que la mayoría de los pacientes continúan con su patrón de crecimiento horizontal a medida que van creciendo. Dado que primero se completa el crecimiento transversal, los cambios transversales plantean menos problemas clínicos que los derivados del crecimiento anteroposterior y vertical tardío.

El tratamiento ortodóncico completo acostumbra a llevarse a cabo durante el período de la dentición permanente precoz, y suele durar entre 18 y 30 meses. Ello significa que es probable que el tratamiento ortodóncico activo concluya a los 14-15 años, mientras que es frecuente que el crecimiento anteroposterior, y especialmente el vertical, no disminuyan ni siquiera al nivel adulto hasta varios años después. Los estudios a largo plazo efectuados en pacientes adultos han demostrado que el crecimiento continúa generalmente con mucha lentitud durante toda la vida adulta, y el mismo patrón que dio lugar inicialmente a la maloclusión puede contribuir al deterioro de las relaciones oclusales muchos años después de haber concluido

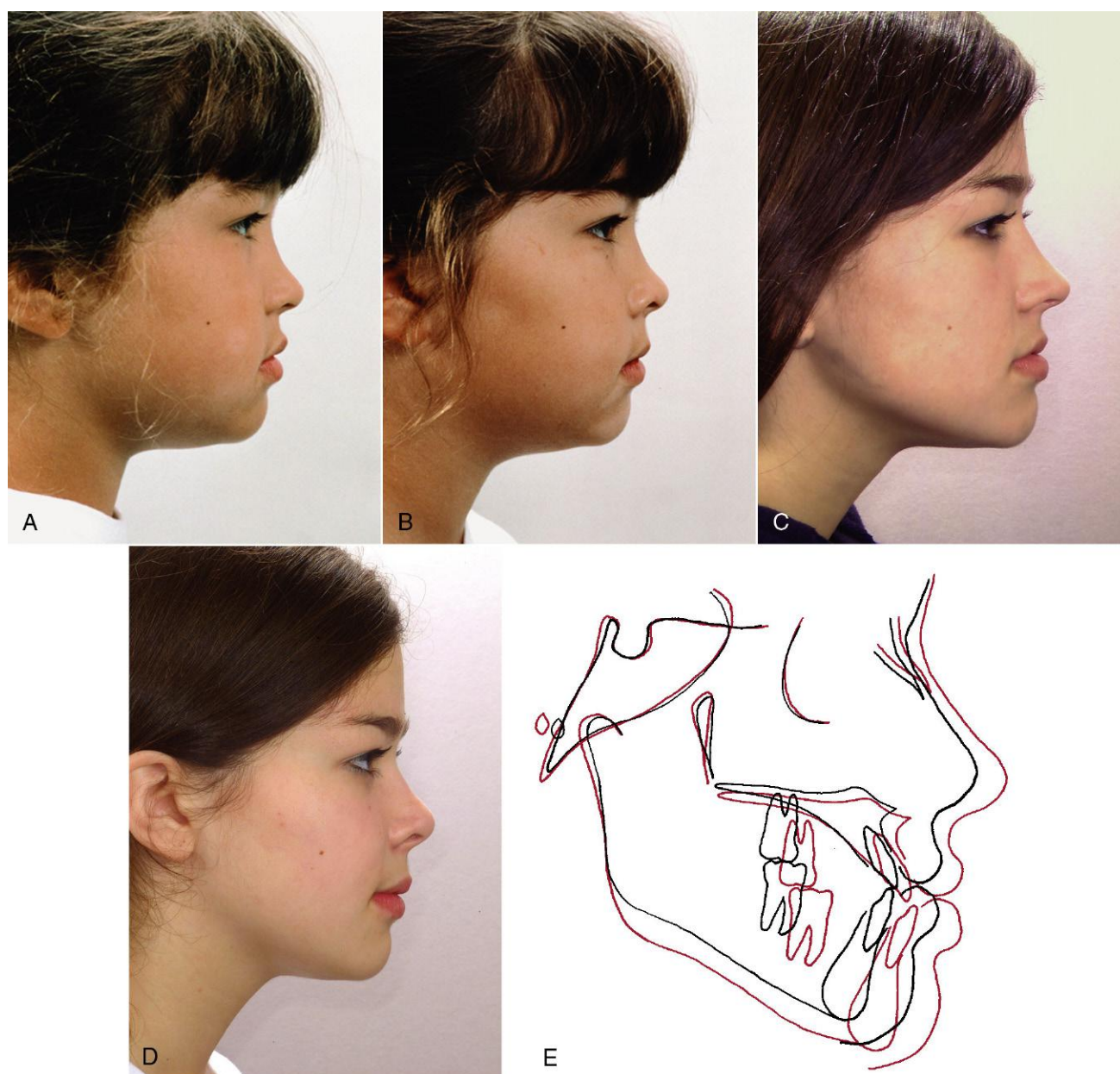


FIGURA 17-2 El crecimiento después del tratamiento precoz de un problema de clase III tiende a hacer que el problema reaparezca, como sucedió en esta chica. **A.** Perfil a los 7 años, antes del tratamiento. **B.** A los 8 años, después del tratamiento con un casquete de tracción inversa (máscara facial). **C.** Cinco años después, tras el estirón puberal. **D.** Después de la cirugía ortognática. **E.** Superposición cefalométrica que muestra el patrón de crecimiento desde el final del tratamiento con la máscara facial (*negro*) durante la adolescencia hasta justo antes de la cirugía (*rojo*).

el tratamiento ortodóncico.⁴ En el período final de la adolescencia, la continuación del crecimiento según el patrón que originó un problema de clase II, clase III, mordida profunda o mordida abierta, es una causa importante de recidiva tras el tratamiento ortodóncico y requiere un seguimiento especial durante la retención.⁵

Retención tras la corrección de clase II

La recidiva de una relación de clase II debe producirse por alguna combinación de movimiento dental (anterior en el arco superior, posterior en el arco inferior o ambos) y de crecimiento diferencial del maxilar con respecto a la mandíbula (fig. 17-3). Como cabría esperar, el movimiento dental provocado por

factores periodontales y gingivales locales puede constituir un problema importante a corto plazo, mientras que el crecimiento diferencial representa un problema mayor a largo plazo, ya que altera directamente la posición de los maxilares y contribuye a recolocar los dientes.

La sobrecorrección de las relaciones oclusales como medida final es un paso importante para poder controlar el movimiento dental que daría lugar a la recidiva de clase II. Incluso con una buena retención, es probable que tras el tratamiento se produzcan 1-2 mm de cambio anteroposterior por ajustes en la posición dental, en especial si se han utilizado elásticos de clase II. Este cambio es relativamente frecuente cuando cesa el tratamiento activo.

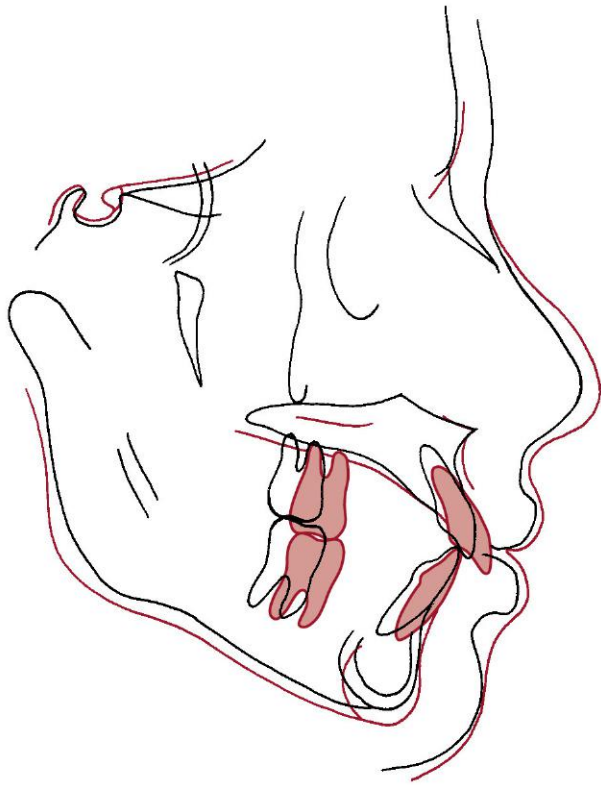


FIGURA 17-3 Superposición cefalométrica que demuestra la recidiva relacionada con el tratamiento en un paciente tratado para corregir una maloclusión de clase II. En negro, inmediatamente después del tratamiento, a los 13 años de edad; en rojo, recidiva a los 17 años. Después del tratamiento, ambos maxilares crecieron hacia abajo y hacia delante, pero no se produjo el mismo crecimiento mandibular que maxilar, y la dentición superior avanzó en relación con el maxilar. Al igual que en los pacientes de clase III, el tratamiento precoz tiene poco o ningún efecto en el patrón de crecimiento subyacente.

En el tratamiento de clase II es importante no mover los incisivos inferiores excesivamente hacia fuera, aunque esto es habitual con los elásticos de clase II. En esta situación, la presión de los labios tenderá a enderezar los incisivos prominentes, dando lugar con relativa rapidez (a menudo en unos pocos meses después de retirar el retenedor) a apiñamiento y recidiva de la sobremordida y el resalte. Como norma general, se necesitará retención permanente si durante el tratamiento se han producido más de 2 mm de recolocación anterior de los incisivos inferiores.

La recidiva más lenta que se da en algunos pacientes que no han sufrido movimientos dentales inadecuados se debe fundamentalmente a un crecimiento maxilar diferencial. Obviamente, la cantidad de crecimiento que pueda faltar tras el tratamiento ortodóncico dependerá de la edad, el sexo y la relativa madurez del paciente. Pero una vez completado el tratamiento activo, es probable que se pierda parte de la corrección previa a medida que persista el patrón de crecimiento original.

En los pacientes de clase II, esta tendencia a la recidiva puede controlarse de dos formas. La primera, el método tradicional con aparatos fijos de la década de los setenta y los años anteriores, consiste en mantener el casquete sobre los molares superiores siguiendo un programa reducido (p. ej., durante las noches) junto con un retenedor para mantener alineados



FIGURA 17-4 En pacientes en los que cabe esperar que continúe el crecimiento, según el patrón de clase II original, tras finalizar el tratamiento activo se puede usar un aparato funcional por las noches para mantener las relaciones oclusales. En un paciente con una mordida profunda de clase II típica se permite que los dientes posteriores inferiores erupcionen ligeramente y se controla estrechamente el resto de los dientes.

los dientes, lo cual requiere dejar las bandas de los primeros molares y retirarlo todo al final del tratamiento activo. Este método es bastante satisfactorio en pacientes motivados que han utilizado el casquete durante el tratamiento y que quieren seguir llevándolo (pero el cumplimiento del uso del casquete se convierte en un problema con todos los pacientes excepto los más cooperadores).

El otro método consiste en utilizar un aparato funcional del tipo activador-bionator para mantener la posición de los dientes y las relaciones oclusales (fig. 17-4). Para el paciente, este dispositivo intraoral es solo otra variedad de retenedor y la cooperación es un problema menor. Si el paciente no tiene un resalte excesivo, como debería suceder al terminar el tratamiento activo, la mordida constructiva para el aparato funcional se obtiene sin adelantar la mandíbula; lo que se pretende con ello es evitar que recidive la maloclusión de clase II, y no tratar activamente una maloclusión ya existente.

Un problema potencial es que el aparato funcional se utilizará solo a tiempo parcial, generalmente solo durante la noche, y se necesitarán también retenedores diurnos de diseño convencional para controlar la posición dental durante los primeros meses. El retenedor adicional tiene sentido en un paciente con un grave problema de crecimiento. En pacientes con problemas menos graves, en los que el crecimiento continuado puede provocar recidivas o no, puede ser preferible emplear únicamente retenedores maxilares y mandibulares convencionales en un principio, y sustituirlos por un aparato funcional de uso nocturno si se empieza a producir una recidiva al cabo de unos meses.

Los pacientes que presentaban inicialmente un problema esquelético grave suelen necesitar este tipo de retención durante 12-24 meses. La norma es: cuanto más grave sea el problema inicial de clase II y más joven sea el paciente al final del tratamiento activo, más probabilidades habrá de que haya que utilizar un casquete o un aparato funcional a modo de retenedor. Es mejor, y mucho más fácil, prevenir las recidivas por el crecimiento diferencial que tratar de corregirlas más adelante.

Retención tras la corrección de clase III

Tratar de retener a un paciente después de haber corregido una maloclusión de clase III al comienzo de la dentición permanente puede resultar muy frustrante, ya que es probable que se produzca una recidiva por la continuación del crecimiento mandibular, que es muy difícil de controlar. La aplicación de una fuerza restrictiva sobre la mandíbula (p. ej., con una mentonera) no es tan eficaz para controlar el crecimiento en un paciente de clase III como la aplicación de una fuerza restrictiva sobre el maxilar en pacientes con problemas de clase II. Como ya se ha señalado en capítulos anteriores, una mentonera tiende a rotar la mandíbula hacia abajo, haciendo que el crecimiento se exprese más en sentido vertical y menos en sentido horizontal, y los aparatos funcionales de clase III tienen el mismo efecto. Si la cara tiene una altura normal o excesiva tras el tratamiento ortodóncico y la recidiva se debe al crecimiento mandibular, la única solución puede ser la corrección quirúrgica, una vez que el crecimiento haya cesado. En los problemas leves de clase III, puede bastar con un aparato funcional o un posicionador para mantener las relaciones oclusales durante el crecimiento posterior al tratamiento.

Retención tras la corrección de la mordida profunda

La corrección de la sobremordida excesiva es casi una parte rutinaria del tratamiento ortodóncico; por tanto, la mayoría de los pacientes requieren control de la superposición vertical de los incisivos durante la retención. Esto se consigue fácilmente utilizando un retenedor superior de quita y pon, fabricado de tal modo que los incisivos inferiores se topen con la placa base del retenedor si empiezan a deslizarse verticalmente por detrás de los incisivos superiores (fig. 17-5). En otras palabras, se trata de incorporar al retenedor una placa de mordida potencial para que los incisivos superiores se topen con ella si la mordida empieza a profundizarse. El retenedor no separa los dientes posteriores.

Dado que el crecimiento vertical continúa hasta casi los 20 años, para controlar la corrección de la sobremordida suele ser necesario que el paciente utilice un retenedor maxilar de quita y pon con un plano de mordida durante varios años después de haber completa-



FIGURA 17-5 Es tan importante controlar la posición vertical de los dientes en la fase de retención como controlar su alineación, especialmente en pacientes con una mordida profunda o abierta inicial. En este paciente con mordida profunda, los incisivos inferiores contactan con el acrílico palatino del retenedor superior, mientras que los incisivos superiores contactan con la superficie facial del retenedor inferior, lo cual evita la erupción de los incisivos que podría llevar a la recidiva de una sobremordida excesiva.

do la ortodoncia con aparatos fijos. La profundidad de la mordida puede mantenerse empleando el retenedor solo por las noches, una vez que se han logrado estabilizar los restantes parámetros.

Retención tras la corrección de la mordida abierta anterior

La mordida abierta anterior puede recidivar por cualquier combinación de depresión de los incisivos y elongación de los molares. Los hábitos activos (el mejor ejemplo es la succión del pulgar) pueden producir fuerzas de intrusión sobre los incisivos, induciendo al mismo tiempo una alteración en la postura de la mandíbula que permite la erupción de los dientes posteriores. Si el paciente continúa chupándose el pulgar después del tratamiento ortodóncico, la recidiva está prácticamente asegurada. Es habitual culpar a los hábitos linguales (en especial a la deglución con protrusión lingual) de la recidiva de la mordida abierta, pero las pruebas en las que se apoya esta afirmación no son concluyentes (v. comentario en el capítulo 5). En pacientes que no se introducen nada entre los dientes anteriores, la recidiva de la mordida abierta casi siempre se debe a la elongación de los dientes posteriores, en especial de los molares superiores, sin ningún signo de intrusión de los incisivos (fig. 17-6). Por consiguiente, el factor fundamental

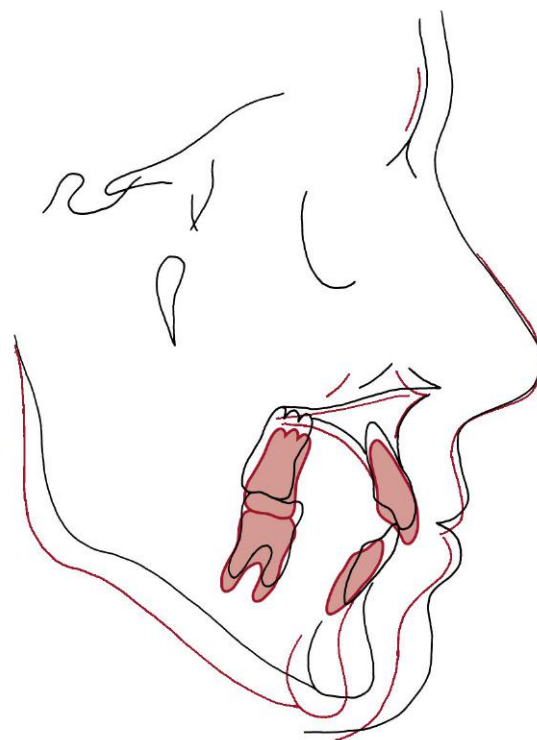


FIGURA 17-6 Cuatro años después de que le retiraran el aparato ortodóncico, este paciente de 17 años tiene una mordida abierta anterior, 5 mm de resalte con una relación molar de extremo con extremo y un apiñamiento muy marcado de los incisivos inferiores. Este tipo de recidiva se asocia a un crecimiento mandibular mínimo o nulo y a una rotación mandibular posteroinferior durante el crecimiento descendente de la mandíbula y la erupción de los dientes posteriores de la arcada superior, como se puede ver en la superposición cefalométrica del final del tratamiento y la revisión de los 4 años. El apiñamiento de los incisivos se debe al enderezamiento y la recolocación lingual de los incisivos como consecuencia de la rotación mandibular que los ha empujado hacia el labio inferior.



FIGURA 17-7 La clave para prevenir la recidiva de la mordida abierta consiste en controlar la erupción de los dientes posteriores durante la última fase del crecimiento vertical. Para conseguirlo se pueden emplear dos métodos fundamentalmente: un retenedor superior con bloques de mordida (o un aparato funcional) para impedir la erupción, como el que lleva este paciente poco después de haberle corregido su intensa mordida abierta, o un casquete de tracción alta. En un paciente con un patrón de crecimiento de cara alargada hay que seguir utilizando cualquiera de ellos como retenedor nocturno durante el período final de la adolescencia. Aunque un casquete de tracción alta puede ser bastante eficaz en un paciente que coopere adecuadamente, un aparato de quita y pon con bloques de mordida suele ser mejor en la mayoría de los casos por dos razones: controla la erupción de los molares superiores e inferiores, y suele ser mejor aceptado debido a que es más fácil de usar.

para la retención en los pacientes con mordida abierta es el control de la erupción de los molares superiores.

El mejor método para controlar la recidiva a la mordida abierta anterior es un aparato con bloques de mordida entre los dientes posteriores que separe varios milímetros ambos maxilares (un activador de mordida abierta o un bionator; fig. 17-7). Este aparato distiende los tejidos blandos del paciente, generando una fuerza que se opone a la erupción de los dientes. También puede resultar eficaz un casquete de tracción alta sobre los molares superiores, combinado con un retenedor convencional de quita y pon para mantener la posición dental, pero el aparato intraoral se tolera mejor y controla la erupción de los dientes de ambas arcadas. A menudo, el crecimiento vertical excesivo y la erupción de los dientes posteriores continúan hasta finales de la adolescencia o comienzos de la veintena, por lo que la retención debe prolongarse también hasta bastante después del final habitual del tratamiento activo.

Los pacientes con graves problemas de mordida abierta pueden beneficiarse especialmente del uso de retenedores maxilares y mandibulares convencionales durante el día y de un bionator de mordida abierta a modo de retenedor durante la noche desde el comienzo del período de retención.

Retención de la alineación de los incisivos inferiores

La continuación del crecimiento esquelético no solo puede afectar a las relaciones oclusales, sino que también puede alterar la posición dental. Si la mandíbula crece anteriormente o rota inferiormente, arrastra los incisivos inferiores hacia el labio, lo que genera una fuerza que tiende a inclinarlos distalmente. Por este motivo, el crecimiento mandibular continuado en pacientes

normales o de clase III está estrechamente relacionado con el apiñamiento de los incisivos inferiores (v. fig. 17-1). El apiñamiento de los incisivos también aparece con la rotación posteroinferior de la mandíbula que se observa en los problemas de mordida abierta esquelética (v. fig. 17-6). Para evitar que se desarrolle el apiñamiento, hay que colocar un retenedor en la región de los incisivos inferiores, hasta que el crecimiento disminuya hasta los niveles adultos.

Se ha sugerido a menudo que la retención ortodóncica debería mantenerse (al menos a tiempo parcial) hasta que los terceros molares hayan erupcionado hasta la oclusión normal o hayan sido extraídos. Es casi seguro que no son correctas las implicaciones de esta hipótesis acerca de que la presión de los terceros molares en desarrollo provoca un apiñamiento tardío de los incisivos (v. capítulo 5). Por otra parte, como la erupción o la extracción de los terceros molares no se suele producir hasta los años finales de la adolescencia, este consejo no es tan malo, ya que insiste en prolongar la retención en pacientes que siguen creciendo.

Casi todos los adultos presentan algún apiñamiento de los incisivos inferiores, incluidos los que han seguido tratamiento ortodóncico y en un momento dado llegaron a tener los dientes perfectamente alineados. En un grupo de pacientes sometidos a la extracción de los primeros premolares y a tratamiento con el aparato de arco de canto, solo un 30% tenía una alineación perfecta 10 años después de retirar los retenedores, y casi un 20% presentaba un apiñamiento significativo. Basándose en las características de la maloclusión original o en las variables asociadas al tratamiento, es imposible predecir qué individuos sufrirán apiñamiento postterapéutico. Parece ser que el principal factor contribuyente a esta tendencia al apiñamiento es el patrón de crecimiento mandibular tardío. Por consiguiente, es razonable mantener siempre la alineación de los incisivos inferiores hasta que el crecimiento mandibular disminuya y alcance los valores adultos (es decir, hasta finales de la adolescencia en las chicas y comienzos de la segunda década en los chicos).

Calendario de retención: resumen

En resumen, todos los pacientes que han llevado aparatos ortodóncicos fijos para corregir irregularidades intramaxilares necesitan retención. Esta deberá ser:

- Prácticamente a tiempo completo durante los 3-4 primeros meses, con la salvedad de que los retenedores de quita y pon pueden y deben retirarse para comer, y los retenedores fijos deben ser bastante flexibles para permitir el desplazamiento de cada uno de los dientes durante la masticación (a menos que la pérdida de hueso periodontal u otras circunstancias especiales obliguen a una ferulización permanente).
- La retención deberá continuar a tiempo parcial durante al menos 12 meses para permitir la remodelación de los tejidos gingivales.
- Si se sigue produciendo un crecimiento significativo es necesaria retención a tiempo parcial hasta que concluya el mismo.

En la práctica, esto significa que casi todos los pacientes tratados durante la dentición permanente precoz precisarán retención de la alineación de los incisivos hasta que finalice la adolescencia, y que aquellos que presentaban inicialmente desproporciones esqueléticas es probable que necesiten además un aparato funcional o una fuerza extraoral a tiempo parcial.

APARATOS DE QUITA Y PON A MODO DE RETENEDORES

Los aparatos de quita y pon pueden ser un medio de retención muy eficaz para contrarrestar la inestabilidad intraarcada y también como retenedores (en forma de aparatos funcionales modificados o de casquete a tiempo parcial) en pacientes con problemas del crecimiento. Si se necesita retención permanente, hay que utilizar un retenedor fijo en la mayoría de los casos, y también está indicado emplear retenedores fijos (v. siguiente sección de este capítulo) para la retención intraarcada cuando

es probable que surjan problemas de irregularidad en una determinada zona.

Retenedores de Hawley

El retenedor de quita y pon más utilizado es, con diferencia, el retenedor de Hawley, diseñado en los años veinte para utilizar como aparato de quita y pon activo. Lleva ganchos para los molares y un arco exterior característico con bucles de ajuste que normalmente se extienden de canino a canino (fig. 17-8). Dado que cubre el paladar, proporciona automáticamente un plano de mordida potencial para controlar la sobremordida.



FIGURA 17-8 Los rasgos característicos del diseño de un retenedor de Hawley son el arco anterior de canino a canino y los ganchos para los molares. **A.** Retenedor de Hawley para un paciente al que se le han extraído los premolares superiores; el arco anterior va soldado a unos ganchos de Adams para los primeros molares, para mantener cerrado el hueco de extracción. **B.** El bucle de ajuste del arco anterior del aparato de Hawley suele impedir que el alambre contacte plenamente con los caninos. Si se necesita controlar adecuadamente los caninos (como en este paciente que tenía los caninos en una posición vestibular antes del tratamiento), se puede soldar un alambre que vaya de un canino al otro a un arco anterior que discorra distal al incisivo lateral. **C.** En un paciente al que le han erupcionado los segundos molares, se puede usar un arco exterior envolvente soldado a ganchos en C para los segundos molares para evitar interferencias cuando el alambre del retenedor atraviese la oclusión, pero un arco tan largo será bastante flexible. **D.** Para un retenedor inferior, el arco de alambre de Hawley resulta menos eficaz que una barra de acrílico reforzada con alambre que contacte estrechamente con los incisivos inferiores. Este diseño de Moore ha desbancado prácticamente al diseño de Hawley para los retenedores inferiores de quita y pon que se extienden hasta los dientes posteriores. **E.** Retenedor superior de quita y pon con un arco exterior transparente, que se adapta mejor que un alambre metálico y es más estético, pero no puede ajustarse para modificar las posiciones dentales sin tener que empezar con un nuevo retenedor.

La capacidad de este retenedor para inducir alguna movilidad dental representaba una ventaja especial sobre los aparatos fijos totalmente embandados, ya que una de las funciones del retenedor era la de cerrar los espacios dejados por las bandas entre los incisivos. Con los aparatos adheridos a los dientes anteriores o tras el empleo de un posicionador dental para el acabado, ya no es necesario cerrar los espacios con un retenedor. Sin embargo, el arco exterior proporciona un control excelente sobre los incisivos, aunque no esté ajustado para retraerlos, sobre todo si se ha añadido acrílico a la sección anterior para conseguir un mayor ajuste, o quizás mejor incluso, si se ha utilizado un polímero transparente para fabricar el segmento anterior (v. fig. 17-8, E).

Cuando se han extraído los primeros premolares, una de las funciones de un retenedor es la de mantener cerrado el espacio de extracción, cosa que no puede hacer el modelo estándar de retenedor de Hawley. Y lo que es peor, el arco labial estándar de Hawley se extiende por encima del espacio de extracción del primer premolar, tendiendo a abrirlo en cuña. En caso de extracción, se suele modificar el retenedor de Hawley, soldando un arco a la parte bucal de los ganchos de Adams correspondientes a los primeros molares, de tal modo que el arco ayude a mantener cerrado el espacio de extracción (v. fig. 17-8). Otros diseños alternativos para los casos de extracciones consisten en rodear todo el arco dental con el arco labial, utilizando para la retención ganchos circunferenciales sobre los segundos molares, o bien hacer pasar el arco labial desde la placa base entre el incisivo lateral y el canino y doblar y soldar una extensión distal para controlar los caninos. Esta última alterna-

tiva no genera una fuerza activa para mantener cerrado el espacio de extracción, pero evita tener que tender un alambre a través del espacio de extracción, proporcionando un buen control sobre los caninos que estaban situados labialmente en un principio (cosa que no puede hacer el bucle del diseño tradicional de Hawley).

Hay que escoger con sumo cuidado el emplazamiento de los ganchos de un retenedor de Hawley, ya que los alambres que atraviesan la tabla oclusal pueden alterar las relaciones dentales establecidas durante el tratamiento, más que retenerlas. Los ganchos circunferenciales sobre el molar terminal pueden dar mejores resultados que los ganchos de Adams si la oclusión es muy ajustada.

La cobertura palatina de una placa de quita y pon, como la del retenedor de Hawley, permite incorporar un plano de mordida lingual a los incisivos superiores para controlar la profundidad de la mordida. En cualquier paciente que haya tenido alguna vez una sobremordida excesiva, conviene que los incisivos inferiores contacten ligeramente con la placa base del retenedor.

Retenedores envolventes de quita y pon (clips)

Un segundo tipo importante de retenedor ortodóncico de quita y pon es el retenedor envolvente, o retenedor clip-on, que consiste en una barra de plástico (normalmente reforzada con alambre) que recorre las superficies labial y lingual de los dientes (fig. 17-9). Un retenedor envolvente de arco completo sujeta con firmeza cada uno de los dientes en su posición. Esto no supone



FIGURA 17-9 A. Suele preferirse un retenedor tipo clip de quita y pon que controla únicamente la alineación de los dientes anteriores (clip 3-3 o, como se muestra aquí, clip 4-4) como retenedor inferior de quita y pon debido a que si los dientes posteroinferiores se han alineado antes del tratamiento, no suele ser necesaria la retención de estos dientes y las zonas retentivas linguales en los molares inferiores hacen difícil colocar un retenedor inferior que se extienda posteriormente. B. Un retenedor de clip anterior en la arcada maxilar es especialmente útil cuando es necesario impedir que los espacios vuelvan a abrirse. Puede emplearse también para evitar que vuelvan a rotar los incisivos maxilares, pero el contacto de los incisivos inferiores con un retenedor de clip maxilar se convierte en un problema. C. Retenedores de clip anteriores en las dos arcadas de este paciente, que tenía diastemas anteriores maxilares y mandibulares antes del tratamiento.

necesariamente una ventaja, ya que un retenedor debería permitir que cada diente se mueva de forma individual, estimulando la reorganización del LPD. Además, aunque son bastante estéticos, los retenedores envolventes suelen ser más molestos que los de Hawley y pueden no ser tan eficaces a la hora de mantener la corrección de la sobremordida. El retenedor envolvente de arco completo está indicado fundamentalmente cuando el deterioro periodontal obliga a inmovilizar los dientes en bloque.

Una variante del retenedor envolvente es el retenedor de canino a canino, muy utilizado en la región anteroinferior. Este aparato tiene la gran ventaja de que puede utilizarse para alinear incisivos irregulares, si se ha producido un ligero apiñamiento tras el tratamiento (v. comentario sobre retenedores activos en la última sección de este capítulo), pero se tolera perfectamente como mero retenedor. En ocasiones, puede utilizarse un retenedor envolvente entre los caninos superiores en adultos con coronas clínicas alargadas, pero rara vez está indicado y no suele ser bien tolerado por los pacientes más jóvenes debido a las interferencias oclusales.

En caso de extracción en la arcada inferior, conviene normalmente extender el retenedor envolvente distalmente, solo por la parte lingual, hasta el surco central del primer molar (v. fig. 17-8, D). Este retenedor recibe el nombre de retenedor de Moore y controla el segundo premolar y el sitio de extracción, pero ha de fabricarse cuidadosamente para evitar zonas retentivas en lingual de premolares y molares. Por supuesto, estará indicada la extensión posterior del retenedor inferior si los dientes posteriores presentaban irregularidades antes del tratamiento.

Retenedores transparentes (fabricados al vacío)

Otra variante del viejo retenedor envolvente de acrílico y alambre es un retenedor fabricado con un plástico transparente reblandecido con calor que se aplica fuertemente sobre los dientes con una bomba de vacío. Dado que el material es transparente y muy delgado, un retenedor fabricado al vacío es prácticamente invisible, y lo prefiere la mayoría de los pacientes. Este es el retenedor más utilizado actualmente para la arcada superior, y los pacientes que utilizan retenedores transparentes están más satisfechos con su tratamiento que aquellos que usan otros tipos de retenedores.⁷ Por lo que se refiere a la eficacia a la hora de mantener la alineación de los incisivos, en un estudio realizado en Suecia no se han observado diferencias entre estos retenedores y los retenedores de alambre cementados.⁶ Esto implica un cumplimiento excelente del tratamiento con los retenedores de quita y pon fabricados al vacío, y parece que los pacientes están más dispuestos a utilizar un retenedor transparente a tiempo completo.

Como cualquier otra cosa, los retenedores fabricados al vacío tienen algunas limitaciones: 1) el espesor del material sobre la superficie oclusal de los dientes puede llegar a ser un problema, especialmente si se retienen ambas arcadas con este sistema. No resulta perjudicial abrir unos agujeros pequeños en la superficie oclusal del retenedor, en los puntos de contacto oclusal (indicados por el papel de equilibrado), para no mantener los dientes tan separados, aunque se puede reducir considerablemente este problema combinando un retenedor superior fabricado al vacío y un retenedor inferior fijo; 2) el retenedor mantiene la alineación, pero no controla la profundización de la mordida igual que un retenedor Hawley de cobertura palatina, y 3) al cabo de algunos meses, el retenedor tiende a agrietarse y a cambiar de color, hasta el punto de que es necesario sustituirlo. En un estudio se pudo com-

probar que el uso del alineador final de una secuencia Invisalign (v. capítulo 18) como retenedor no es tan eficaz como otros tipos de retenedores,⁸ debido probablemente a que para el tratamiento con alineadores transparentes se emplea un material más fino.

Posicionadores utilizados como retenedores

Un posicionador dental también se puede utilizar como retenedor de quita y pon, ya sea fabricándolo solo para este cometido o, lo que es más frecuente, utilizándolo como retenedor tras haberlo hecho inicialmente como dispositivo de acabado. Los posicionadores son excelentes para el acabado y en circunstancias especiales pueden ser útiles como retenedores. No obstante, en la práctica habitual un posicionador presenta notables inconvenientes como retenedor. Los principales problemas son:

1. Las pautas de utilización de un posicionador no concuerdan con las que se desean normalmente para los retenedores. Debido a su volumen, los pacientes suelen tener dificultades para llevar el posicionador en todo momento o casi en todo momento. De hecho, después de las primeras semanas, los posicionadores suelen utilizarse menos de las 4 h diarias recomendadas, aunque casi todos los pacientes los toleran razonablemente bien durante el sueño.
2. Los posicionadores no mantienen las irregularidades y rotaciones de los incisivos igual que los retenedores convencionales. El problema de la alineación deriva directamente del primero: inicialmente, se necesita un retenedor prácticamente a tiempo completo para controlarlo. El material flexible de un posicionador no retiene un diente con la fuerza adecuada para controlar las rotaciones.
3. La sobremordida tiende a aumentar cuando se utiliza un posicionador durante el acabado (v. capítulo 16). Este efecto se extiende a la retención y probablemente sea más intenso cuando solo se utiliza el posicionador una pequeña parte del tiempo.

Sin embargo, el posicionador presenta una ventaja importante sobre el retenedor envolvente o de quita y pon estándar, y es que mantiene las relaciones oclusales, además de las posiciones de los dientes dentro de los arcos. En un paciente con tendencia a la recidiva de clase III, puede resultar útil un posicionador con los maxilares algo rotados hacia abajo y hacia atrás. Aunque en pacientes con patrón de crecimiento de mordida abierta o de clase II esquelética se puede emplear un posicionador con los dientes colocados en una posición «sobrenormal» ligeramente exagerada en relación con la maloclusión original, proporciona menor control sobre el crecimiento que un aparato funcional o un casquete de uso nocturno.

Al fabricar un posicionador, hay que separar los dientes de 2 a 4 mm. Ello significa que es conveniente utilizar un montaje en el articulador que registre el eje de bisagra del paciente. Como norma general, cuanto más se aparte el paciente del promedio normal y más tiempo tenga que utilizar el posicionador, mayor importancia tendrá obtener un montaje del eje de bisagra individualizado sobre un articulador ajustable para la fabricación del posicionador. Si el posicionador va a utilizarse solo durante 2-4 semanas como dispositivo de acabado en un paciente que experimentará algún crecimiento vertical durante la posterior retención, y si el paciente tiene un eje de bisagra aproximadamente normal, puede no ser necesario un montaje individualizado en el articulador.

El signo habitual de que un posicionador ha sido fabricado con un eje de bisagra incorrecto es una ligera separación de los

dientes posteriores en su contacto con los incisivos. Hay que controlar estrechamente a los pacientes que llevan un posicionador a modo de retenedor para descartar esta posibilidad.

RETENEDORES FIJOS

Los retenedores ortodóncicos fijos se emplean normalmente en situaciones en las que se prevé una inestabilidad intraarticular y se ha planeado una retención prolongada.⁹ Existen cuatro indicaciones fundamentales:

1. Mantenimiento de la posición de los incisivos inferiores durante la fase de crecimiento tardío. Como ya hemos comentado anteriormente, la principal causa de apiñamiento de los incisivos inferiores durante los años finales de la adolescencia (tanto en pacientes que han seguido tratamiento ortodóncico como en los demás) es el crecimiento tardío de la mandíbula según el patrón de crecimiento normal. Especialmente si los incisivos inferiores estaban colocados irregularmente con anterioridad, incluso un pequeño crecimiento mandibular diferencial entre los 16 y los 20 años puede hacer recidivar el apiñamiento de los incisivos. La recidiva del apiñamiento se acompaña casi siempre de la inclinación lingual de los incisivos centrales y laterales en respuesta al patrón de crecimiento.

Un retenedor excelente para mantener alineados estos dientes es una barra lingual fija, anclada únicamente a los caninos (o a los caninos y los primeros premolares) y apoyada en la superficie lingual plana de los incisivos inferiores por encima del cíngulo (fig. 17-10). De este modo se impide que los incisivos se muevan lingualmente y es posible mantener razonablemente la corrección de la rotación en el segmento de los incisivos.

Los retenedores fijos de canino a canino deben ser de un alambre lo bastante grueso como para aguantar la distorsión a lo largo del margen de separación tan amplio que existe entre estos dientes. Solía utilizarse acero de 28 o 30 mil (v. fig. 17-1) con un doblez de bucle en el extremo del alambre para mejorar la retención. Con este diseño, un retenedor cementado puede permanecer en posición durante muchos años. A pesar de que existe la preocupación acerca de su efecto a largo plazo sobre la salud periodontal, las revisiones a largo plazo de los pacientes que han llevado retenedores cementados durante más de 20 años no han mostrado problemas periodontales.¹⁰

También es posible adherir un retenedor lingual fijo a uno o varios incisivos. La principal indicación para esta variante es la rotación muy acentuada de un diente. No obstante, cualquiera que sea el tipo de retenedor empleado, conviene que los dientes no queden rígidamente inmovilizados durante la retención. Por este motivo, si reducimos la envergadura del alambre retenedor adhiriéndolo a uno o varios dientes intermedios, habrá que usar un alambre más flexible. Una buena opción para un retenedor fijo adherido a los dientes adyacentes (fig. 17-11) es un arco de alambre de acero trenzado de 17,5 mil de diámetro.

2. Mantenimiento del diastema. La segunda indicación para un retenedor fijo es una situación en la que haya que unir mediante adhesión algunos dientes de forma permanente o semipermanente para mantener el cierre del espacio

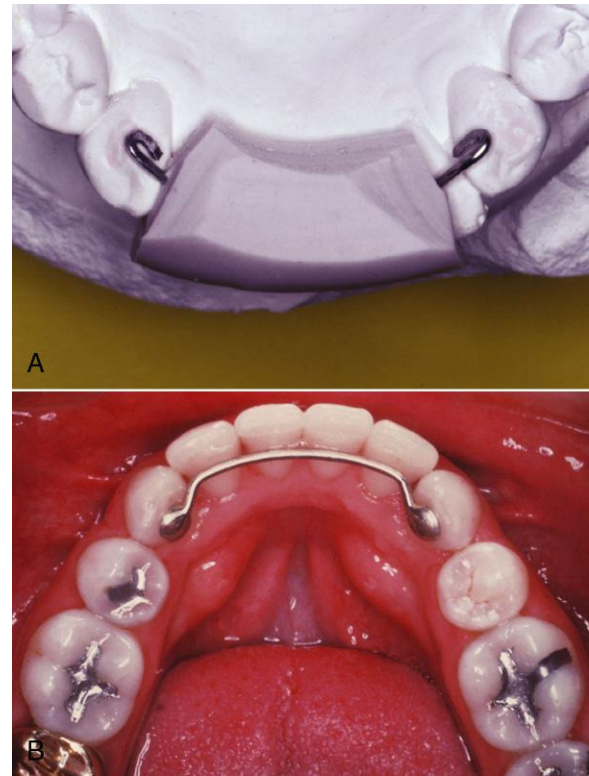


FIGURA 17-10 A. Un retenedor adherido de canino a canino en la arcada inferior es una forma excelente de mantener la alineación. Se fabrica sobre un modelo inferior, a menudo con un transportador que lo mantenga en posición mientras está siendo cementado. Obsérvese su diseño con bucles de alambre en los caninos que proporcionan retención mientras el retenedor está cementado. B. Retenedor en posición, cementado de canino a canino, con almohadillas de retención. Los datos de que se dispone en la actualidad muestran que los bucles de retención del alambre disminuyen la posibilidad de que el retenedor se rompa al aflojarse.

existente entre los mismos. Esto suele suceder cuando se ha cerrado un diastema entre los incisivos centrales superiores. Incluso si se ha practicado una frenectomía (v. fig. 17-22), tiende a abrirse una pequeña separación entre los incisivos centrales superiores. En estos casos, el mejor retenedor es un segmento adherido de alambre flexible, como el que se muestra en la figura 17-12. Hay que moldear el alambre de forma que quede cerca del cíngulo para alejarlo del contacto oclusal. El retenedor mantiene los dientes juntos, permitiéndoles alguna movilidad independiente durante su función (de ahí la importancia de que el alambre sea flexible). Se puede usar un retenedor Hawley de quita y pon junto con un retenedor de segmento fijo como este, y normalmente hay que utilizarlo para controlar los otros dientes. Una alternativa (fig. 17-13) es un alambre sólido configurado para evitar los contactos entre los dientes (facilitando el uso de la seda dental) y que también puede incorporar topes para evitar que la mordida se haga más profunda.

Un retenedor de quita y pon no es una buena elección para la retención prolongada de un diastema central. En los casos problemáticos, el diastema está cerrado cuando el retenedor está colocado, pero vuelve a abrirse rápidamente

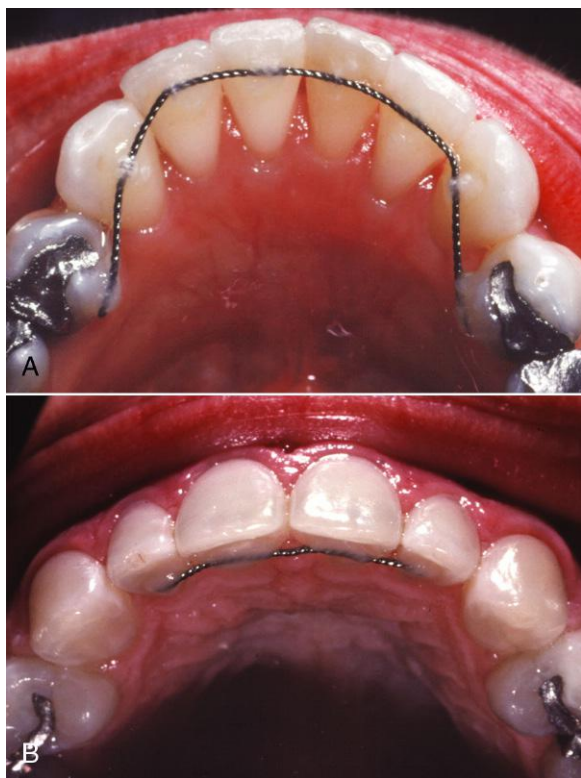


FIGURA 17-11 **A.** El cementado de un alambre a todos los dientes anteroinferiores (de canino a canino o de premolar a premolar) está indicado si existían espacios en el segmento anteroinferior antes del tratamiento o si se ha corregido una rotación acentuada. Debería emplearse un alambre ligero (17,5 o 19,5 mil retorcido). Un retenedor de este tipo debe mantenerse bajo observación debido a que el paciente puede no apreciar un fallo de la adhesión en un diente lingual y producirse una descalcificación en esa zona. **B.** Puede emplearse también la sección cementada de un alambre retorcido, normalmente fijado solo a los cuatro incisivos, para mantener la alineación de los dientes maxilares que estaban muy desplazados. También los anclajes cementados en la superficie lingual de los incisivos superiores pueden servir para evitar que la mordida se haga más profunda a medida que erupcionan los incisivos inferiores.

al retirarlo. El movimiento dental que acompaña a este cierre de vaivén puede ser perjudicial a largo plazo.

3. Mantenimiento del espacio del pónico o del implante. Un retenedor fijo es también la mejor opción para mantener el espacio en el que se va a colocar posteriormente un puente o un implante. Utilizando un retenedor fijo durante algunos meses, se reduce la movilidad dental y suele resultar más sencillo colocar el puente fijo que servirá (entre otras cosas) como retenedor ortodóncico permanente. Si se requiere tratamiento periodontal adicional tras la recolocación de los dientes, pueden pasar meses o incluso años antes de que se llegue a colocar el puente, por lo que indudablemente se necesitará un retenedor fijo. Los implantes deben colocarse lo antes posible, una vez completada la ortodoncia, para que puedan integrarse durante las fases iniciales de retención.

El mejor retenedor ortodóncico para mantener un espacio pónico posterior es un grueso alambre intracoronal adherido a los dientes adyacentes (en preparaciones poco profundas si hay dientes futuros para un puente) (fig. 17-14). Obviamente, cuanto mayor sea la separación, más grueso deberá ser el alambre. Bajando el alambre para que quede lejos de la oclusión, reducimos las posibilidades de que resulte desplazado por las fuerzas oclusales.

Para los espacios anteriores se necesita un diente de repuesto, que puede anclarse a un retenedor de quita y pon. Con este sistema se garantiza el uso casi constante del aparato y se obtienen resultados satisfactorios durante períodos breves. Después de unos meses, especialmente si se va a retrasar la colocación de un implante o un puente durante un tiempo largo mientras se completa el crecimiento vertical durante la adolescencia, es mejor colocar un retenedor fijo en forma de puente adhesivo.

4. Mantenimiento de los espacios de extracción cerrados en adultos (v. fig. 17-8, A). Un retenedor fijo es más fiable y se tolera mejor que uno de quita y pon de uso constante, y los espacios se vuelven a abrir a menos que el retenedor se use sin interrupción. En los pacientes adultos, puede ser preferible adherir un retenedor fijo a la superficie facial de los dientes posteriores, una vez que se hayan cerrado los espacios, especialmente cuando se ha utilizado anclaje esquelético para adelantar los dientes posteriores a distancias considerables.

La principal objeción a cualquier retenedor fijo es que dificulta la higiene interproximal, sobre todo en la zona anterior de la arcada inferior. A este respecto, tenemos noticias buenas y malas: se acumula más cantidad de placa cuando se cementa un alambre trenzado a todos los dientes anteriores de la arcada inferior que cuando se cementa un alambre redondo más grueso únicamente a los caninos, pero un alambre cementado a todos los dientes mantiene mejor la alineación.¹¹ Es posible pasar la seda dental entre los dientes que llevan un retenedor fijo a través de las zonas de contacto interdental utilizando un dispositivo de enhebrado, y el ortodoncista debe enseñar al paciente esta técnica y animarle a que la utilice.

RETENEDORES ACTIVOS

El término «retenedor activo» es contradictorio, ya que un dispositivo no puede movilizar activamente los dientes y actuar al mismo tiempo como retenedor. Sin embargo, el hecho es que las recidivas o los cambios producidos por el crecimiento tras el tratamiento obligan a conseguir alguna movilización dental durante la retención. Esta suele conseguirse con un aparato de quita y pon que siga actuando como retenedor después de haber recolocado los dientes (de ahí su nombre). Se puede considerar como retenedor activo a un retenedor de Hawley típico, si se emplea inicialmente para cerrar un espacio pequeño dejado por una banda, pero esta denominación suele reservarse para dos situaciones específicas: la realineación de incisivos irregulares y los aparatos funcionales modificados para contrarrestar la tendencia a la recidiva de los problemas de clase II o clase III.

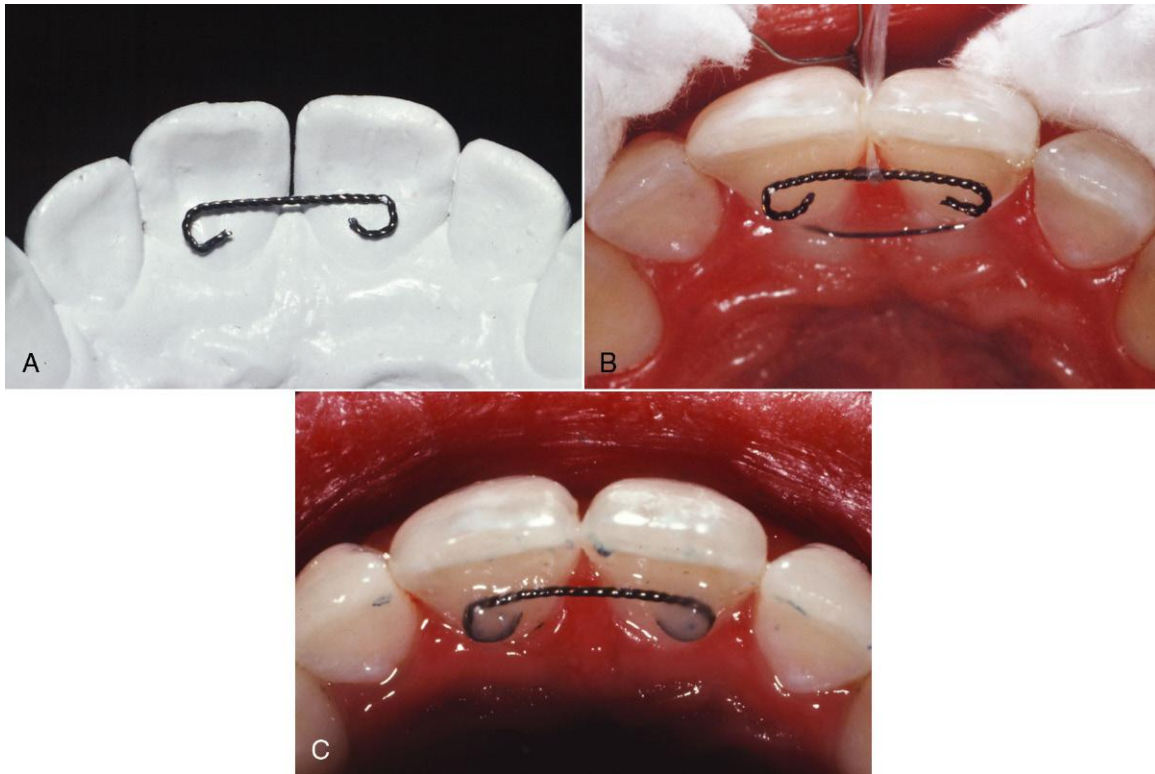


FIGURA 17-12 Retenedor lingual adherido para el mantenimiento de un diastema central superior. **A.** Alambre retorcido de 17,5 mil moldeado para que encaje pasivamente sobre el modelo dental. **B.** Se pasa una ligadura de alambre alrededor de los cuellos de los dientes para mantenerlos unidos con fuerza mientras se procede a su adhesión. El retenedor de alambre se mantiene en su sitio con un hilo de seda dental pasado alrededor del contacto, y se aplica resina compuesta (**C**) sobre los cíngulos de los dientes y sobre los extremos del alambre. Obsérvese que el alambre del retenedor llega hasta el cíngulo para evitar interferencias oclusales con los incisivos inferiores. Se puede utilizar un retenedor de Hawley para estabilizar otros dientes y mantener el control vertical en presencia de un segmento de alambre cementado de este tipo.



FIGURA 17-13 Diseño alternativo para un retenedor cementado para los incisivos superiores, con un alambre más grueso. El alambre tiene una forma que no impide el uso de la seda dental, y las zonas de anclaje cementadas evitan además que la mordida se haga más profunda, pero el paciente tendrá que tolerar mayor contacto lingual con un retenedor de este tipo, y la proliferación de la encía palatina puede causar problemas.

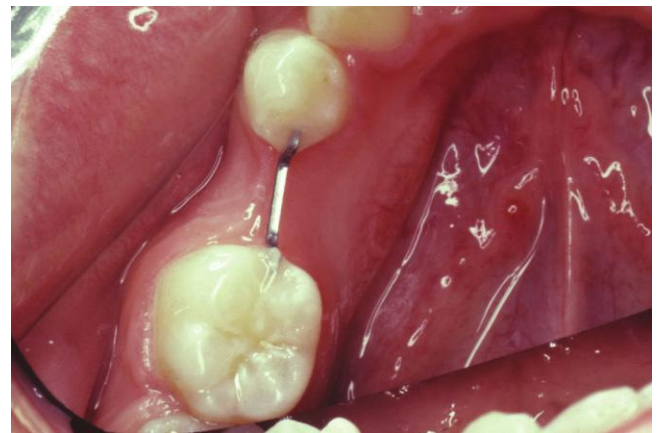


FIGURA 17-14 Retenedor fijo (en ocasiones denominado férula A) para mantener espacio para la sustitución final de un segundo premolar ausente. Se ha rebajado superficialmente el esmalte de los bordes marginales contiguos al espacio de extracción, y se ha adherido un segmento de alambre de 21 × 25 a modo de retenedor, alejado de la zona de oclusión.

Realineación de incisivos irregulares: retenedores de resortes

La recidiva del apiñamiento de los incisivos inferiores es la principal indicación para la utilización de un retenedor activo para corregir la posición de estos dientes. La forma de los incisivos puede contribuir a la recidiva del apiñamiento,¹² pero la causa del problema suele ser un crecimiento mandibular tardío, que ha enderezado los incisivos. Si se ha desarrollado un apiñamiento tardío, suele ser necesario reducir la anchura interproximal de los incisivos inferiores antes de realinearlos, de manera que las coronas no se inclinen labialmente, lo que dará lugar a una posición claramente inestable. Desgastando los puntos de contacto, no solo se reduce la anchura mesiodistal de los incisivos, disminuyendo la cantidad de espacio necesario para su alineación, sino que también se aplanan las superficies de contacto, incrementando la estabilidad inherente del arco dental en esa región. Los datos disponibles parecen indicar que si se desgastan los puntos de contacto de manera cuidadosa y juiciosa, la mayor proximidad radicular (un efecto secundario inevitable) no altera la salud periodontal a largo plazo.¹³

El esmalte interproximal se puede rebajar con tiras abrasivas, con discos finos en una pieza de mano o con piedras de diamante finas con forma de llama. Obviamente, no hay que excederse

al rebajar el esmalte, pero si es necesario, podemos reducir la anchura de cada incisivo inferior hasta 0,5 mm a cada lado, sin llegar a atravesar el esmalte interproximal. Si pueden ganarse 2 mm adicionales de espacio reduciendo cada incisivo 0,25 mm por cada lado, suele ser posible realinear estos dientes después de una recaída moderada.

Cuando la irregularidad es pequeña, se suele utilizar un aparato clip-on entre los caninos como retenedor activo para alinear los incisivos apiñados (fig. 17-15). Para fabricar este retenedor activo, hay que seguir los siguientes pasos: 1) reducir la anchura interproximal de los incisivos y aplicar fluoruro tópico a las superficies de esmalte que han quedado expuestas; 2) preparar un modelo de laboratorio sobre el que se pueda restablecer la alineación dental, y 3) fabricar un aparato de clip-on entre caninos para fijar el modelo (fig. 17-16).

Sin embargo, si la recidiva es más bien considerable, hay que plantearse la posibilidad de colocar un aparato fijo para repetir el tratamiento general. Con brackets adheridos a la arcada inferior entre los premolares de uno y otro lado, pueden abrirse los espacios y emplearse alambres superelásticos de NiTi para retrotraer y alinear los incisivos con bastante eficacia (fig. 17-17). Si los incisivos están adelantados hacia el labio al efectuar esta maniobra, hay que colocar un retenedor lingual



FIGURA 17-15 Supresión de esmalte interproximal para facilitar la alineación de unos incisivos inferiores apiñados. **A y B.** Antes y después de usar una tira recubierta de carburo para eliminar esmalte. Después de desgastar el esmalte, se pulen las superficies. Inmediatamente después de este procedimiento hay que aplicar fluoruro tópico, ya que se ha suprimido la capa externa de esmalte (rica en fluoruro). **C.** Retenedor clip-on de canino a canino (en este momento; en un primer momento un alineador) inmediatamente después de colocarlo. Se fabricó tal como se describe en la figura 17-16 y debe utilizarse a tiempo completo hasta que los dientes vuelvan a estar alineados.

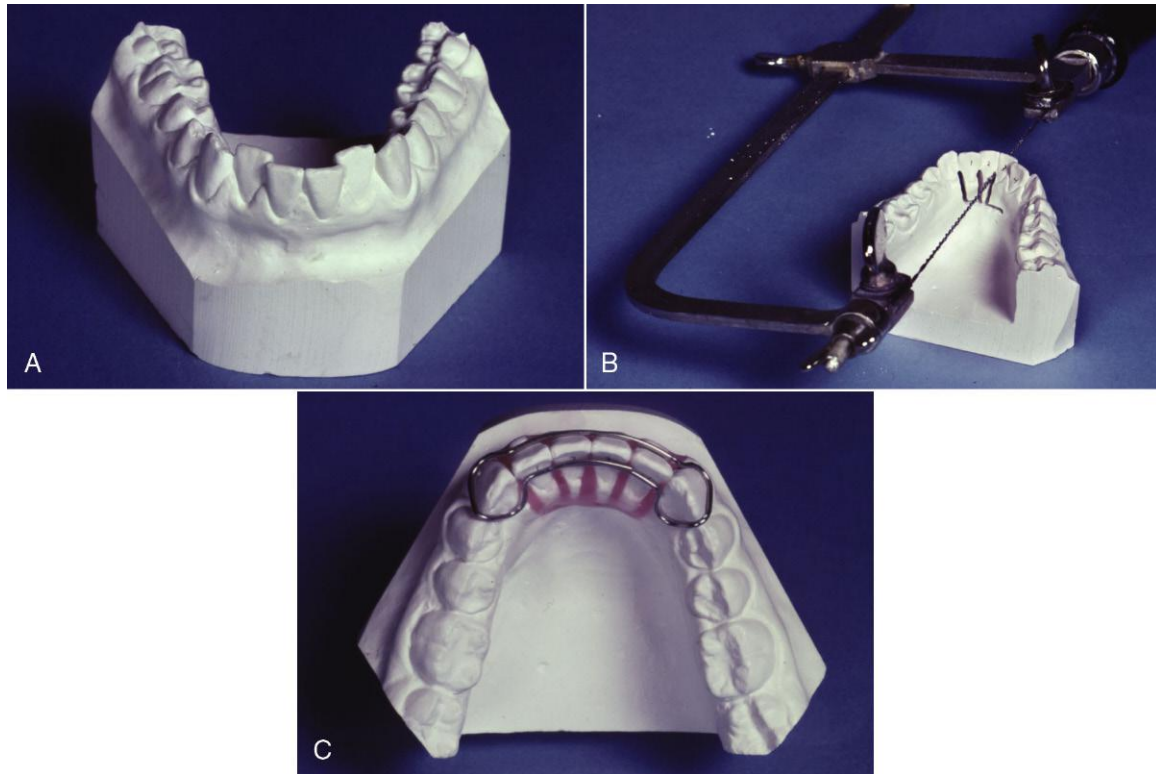


FIGURA 17-16 Pasos en la fabricación de un aparato clip-on entre caninos para realinear los incisivos inferiores. **A.** Incisivos que han vuelto a apiñarse en un paciente que decidió «tomarse un descanso» del uso del retenedor. Una vez rebajados adecuadamente los dientes, se obtiene una impresión para fabricar un modelo de laboratorio. **B.** Mediante una segueta, se practica un corte por debajo de los dientes a través del proceso alveolar hasta la parte distal de los incisivos laterales y se hacen cortes, pero no a través de los puntos de contacto, y se rebaja el modelo para dejar espacio para recolocar los dientes. A continuación se recolocan los dientes sobre cera, alineándolos adecuadamente, y se moldea un alambre de acero de 28 mil sobre la superficie labial y lingual de los dientes, tal como puede verse en la imagen, con el alambre solapado por detrás de los incisivos centrales. Se añade una cobertura de acrílico sobre el alambre, completando con ello el alineador, el cual adquiere entonces el mismo aspecto que el retenedor de clip de canino a canino. Pero, al tratarse de un alineador, es esencial llevarlo a tiempo completo.

adherido antes de retirar los brackets. Obviamente, se requiere retención permanente tras la realineación.

Corrección de las discrepancias oclusales: aparatos funcionales modificados a modo de retenedores activos

Un activador puede describirse como un aparato que consiste en retenedores maxilares y mandibulares unidos por un bloqueo de mordida interoclusal. Aunque el más sencillo de los activadores es mucho más complicado (v. capítulo 13), esta descripción ilustra la capacidad de un activador funcional modificado para mantener la posición de los dientes en los arcos dentales y alterar al mismo tiempo, y mínimamente, las relaciones oclusales.

Una indicación típica para emplear un activador o bionator a modo de retenedor activo sería un adolescente varón que tras la corrección precoz haya recaído 2 o 3 mm hacia una relación de clase II. Podría parecer exactamente igual que el retenedor de aparato funcional (v. fig. 17-4), con la salvedad de que se había tomado la mordida para adelantar el maxilar inferior los 2 o 3 mm necesarios para corregir la oclusión. Si el paciente está experimentando todavía algún crecimiento vertical (en esta categoría entran casi todos los adolescentes varones menores de 18 años),

es posible que se pueda restablecer la posición oclusal correcta de los dientes. Para corregir una pequeña discrepancia oclusal, no se requiere crecimiento anteroposterior diferencial (basta con la movilización dental), pero es necesario algún crecimiento vertical para prevenir la rotación posteroinferior de la mandíbula. En la práctica, esto significa que en los adolescentes se puede utilizar un aparato funcional a modo de retenedor activo, pero no tiene ninguna utilidad en los adultos, en los que sencillamente no es posible estimular el crecimiento esquelético con un dispositivo de este tipo, al menos a un nivel que tenga utilidad clínica.

El uso de un aparato funcional como retenedor activo se diferencia de su uso como retenedor puro. Como retenedor, su objetivo es controlar el crecimiento, y la movilización dental es en gran medida un efecto secundario indeseable. Por el contrario, un activador utilizado como retenedor activo va dirigido fundamentalmente a movilizar los dientes, no se busca ningún cambio esquelético significativo. Un activador o bionator está indicado como retenedor activo si no se pretenden más de 3 mm de corrección oclusal. Por encima de esa distancia, se puede recurrir a la movilización dental para lograr la corrección. La corrección se consigue restringiendo la erupción de los dientes superiores posteriormente y dirigiendo la erupción de los dientes inferiores anteriormente.



FIGURA 17-17 Este paciente, preocupado por el apiñamiento de los incisivos inferiores varios años después del tratamiento ortodóncico, requería una reducción excesiva del esmalte interproximal para poder conseguir la realineación con un aparato clip-on de quita y pon. En esta situación, la mejor opción es un aparato fijo parcial con brackets adheridos solo al segmento que se desea realinear. **A.** Aparato adherido desde un primer premolar al otro, con un resorte helicoidal de alambre de acero de 16 mil para abrir espacio para el incisivo central derecho rotado y apiñado. **B y C.** Alineación de los incisivos con alambre rectangular de NiTi después de haber abierto el espacio. La realineación se completó 4 meses después de haber empezado el tratamiento. En este momento se necesita un retenedor lingual adherido que puede cementarse antes de quitar los brackets y el arco.

Bibliografía

1. Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, et al. Orthodontic retention: a systematic review. *J Orthod* 33:205-212, 2006.
2. Joondeph DR. Stability, retention, and relapse. In: Graber TM, Varars dall RL, Vig KWL, eds. *Orthodontics: Current Principle and Techniques*. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2012.
3. Reitan K. Tissue rearrangement during the retention of orthodontically rotated teeth. *Angle Orthod* 29:105-113, 1959.
4. Behrents RG. A treatise on the continuum of growth in the aging craniofacial skeleton. Ann Arbor, Mich: University of Michigan Center for Human Growth and Development; 1984.
5. Nanda RS, Nanda SK. Considerations of dentofacial growth in long-term retention and stability: is active retention needed? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 101:297-302, 1992.
6. Tynelius GE, Bondemark L, Lilja-Karlander E. Evaluation of orthodontic treatment after 1 year of retention—a randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 32:542-547, 2010.
7. Molloy ND, Lindauer SJ, Best AM, et al. Patient attitudes toward retention and perceptions of treatment success. *Angle Orthod* 80:468-473, 2010.
8. Rinchuse DJ, Miles PG, Sheridan JJ. Orthodontic retention and stability: a clinical perspective. *J Clin Orthod* 41:125-132, 2007.
9. Zachrisson BU. Long-term experience with bonded retainers: update and clinical advice. *J Clin Orthod* 41:728-737, 2007.
10. Booth FA, Edelman JM, Proffit WR. Twenty-year follow-up of patients with permanently bonded mandibular canine-to-canine retainers. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:70-76, 2008.
11. Al-Nimri K, Al Habashneh R, Obeidat M. Gingival health and relapse tendency: a prospective study of two types of lower fixed retainers. *Australian Orthod J* 25:142-146, 2009.
12. Shah AA, Elcock C, Brook AH. Incisor crown shape and crowding. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 123:562-567, 2003.
13. Zachrisson BU, Nyøgaard L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 131:162-169, 2007.

TRATAMIENTO DE LOS ADULTOS

La ortodoncia para adultos ha sido el tipo de tratamiento ortodóncico que mayor crecimiento ha experimentado en los últimos años, pasando de ser una rareza relativa a finales de la década de los setenta a convertirse en algo cotidiano en la actualidad. En EE. UU., los adultos (aquellos que tienen más de 18 años en el momento de comenzar el tratamiento) representan actualmente un 30% de todos los pacientes que se someten a tratamiento ortodóncico general. En el resto del mundo se observa una tendencia similar en los consultorios de ortodoncia, con unos porcentajes inferiores a los norteamericanos en los países menos desarrollados, pero que están aumentando constantemente en todas partes. En estos momentos, la ortodoncia para adultos representa un sector muy importante de la práctica ortodóncica.

Esto no significa que los métodos de tratamiento puedan ser los mismos que los utilizados en adolescentes o niños. Probablemente, la mayor diferencia radica en que los adultos necesitan casi siempre otros tipos de tratamiento ortodóncico, lo que obliga a una interacción y cooperación interdisciplinar desde el comienzo. La prevalencia de problemas periodontales aumenta con la edad, e incluso los adultos jóvenes suelen necesitar algún tipo de asistencia periodontal por parte de un periodontólogo o de un odontólogo general con experiencia. Con la edad, los pacientes adultos necesitan tratamiento ortodóncico para una dentición usada con unos dientes gastados y necesitados de restauraciones, no para una dentición relativamente intacta como la de los adolescentes. La falta de crecimiento en los adultos (o más exactamente, las cantidades minúsculas de crecimiento continuado) implica que no existe la opción de modificar dicho crecimiento; todo el tratamiento se ha de basar en el movimiento dental, la

odontología restauradora o la cirugía ortognática. En cierto sentido, la planificación del tratamiento ortodóncico para los adultos puede resultar más sencilla, ya que no existen incertidumbres en relación con la cantidad y la dirección del crecimiento, pero para tratar a los adultos se necesita una gran pericia técnica y un buen conocimiento de otras disciplinas y de la biomecánica.

Hay otros factores que son especialmente importantes en el tratamiento de los adultos:

1. En el plan de tratamiento deben intervenir todos los odontólogos que vayan a desempeñar alguna función. No lo puede desarrollar el ortodoncista sin la ayuda de nadie. Cuando se reúne un grupo de profesionales, se plantea la cuestión fundamental de «¿quién dirige esta orquesta?». Esto depende, por supuesto, de los detalles del tratamiento, pero cuando es necesario reformar algunos dientes o realizar restauraciones extensas, la planificación casi tiene que empezar por lo que el odontólogo protésico o el odontólogo restaurador deseen que sea su punto de partida, y hasta qué punto es posible satisfacer esos deseos.
2. Dado que en el diagnóstico, en las decisiones terapéuticas y en el propio tratamiento suelen intervenir varias especialidades, resulta todavía más lógico comenzar el tratamiento teniendo presente el resultado final. Para ello se puede utilizar una configuración/encerado diagnóstico, que puede servir como medio de diagnóstico y comunicación entre los miembros del equipo de tratamiento y entre estos y el propio paciente.
3. Una oclusión dental y un aspecto facial ideales no representan necesariamente un objetivo apropiado del

tratamiento, incluso en aquellos adultos que se van a someter a un tratamiento general que incluya un aparato fijo completo y una asistencia especializada. Existe una gran diferencia entre un tratamiento realista que se centra en los problemas del paciente y un tratamiento ideal que busca la perfección. Esto debe evaluarse sopesando los costes y los riesgos con los efectos beneficiosos para el paciente que pueden tener los diferentes métodos de tratamiento, por lo que es muy importante analizar las opciones de tratamiento y obtener un consentimiento verdaderamente informado.

4. Los adultos no reaccionan al tratamiento ortodóncico igual que los niños y adolescentes en dos aspectos: casi siempre muestran un gran interés por su tratamiento y quieren comprender lo que está pasando y por qué está pasando; por esa razón, se necesita más tiempo clínico para explicárselo y experimentan más dolor o lo toleran peor que los pacientes jóvenes, por lo que en su caso tiene más importancia la medicación para controlar el dolor.

5. Es fundamental controlar las enfermedades antes de poder iniciar el tratamiento ortodóncico. Como ya hemos señalado anteriormente en este mismo libro, esto significa que hay que controlar la patología dental y periodontal, lo que puede implicar la inclusión de la endodoncia y la cirugía oral en el tratamiento. Estas interacciones se analizan en el capítulo 18.

En las páginas que vienen a continuación, el capítulo 18 se centra en la interacción entre el tratamiento ortodóncico y otras especialidades odontológicas (excepto la cirugía maxilofacial), y en el capítulo 19 se añade la cirugía ortognática a las consideraciones en la planificación y la ejecución de un tratamiento coordinado. Aunque ambos capítulos se centran fundamentalmente en la ortodoncia, es necesario incluir un comentario sobre los métodos de tratamiento de otras especialidades dentales como parte de la descripción del tratamiento interdisciplinar. En el capítulo 19 se presta especial atención a las distintas opciones quirúrgicas y a la interacción entre cirujanos y ortodoncistas en la planificación y ejecución del tratamiento. ■



CAPÍTULO

18

CONSIDERACIONES ESPECIALES EN EL TRATAMIENTO DE LOS ADULTOS

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO FRENTE A TRATAMIENTO COMPLETO

OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO

PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO

COMPLEMENTARIO

Consideraciones del diagnóstico y el plan de tratamiento

Consideraciones biomecánicas

Planificación y secuencia de tratamiento

PROCEDIMIENTOS DEL TRATAMIENTO

COMPLEMENTARIO

Enderezamiento de los dientes posteriores

Corrección de la mordida cruzada

Extrusión

Alineación de los dientes anteriores

TRATAMIENTO COMPLETO EN ADULTOS

Consideraciones psicológicas

Trastornos temporomandibulares como razón para el tratamiento ortodóncico

Consideraciones periodontales

Interacciones prostodoncia-implante

ASPECTOS ESPECIALES DEL TRATAMIENTO

CON APARATOS ORTODÓNCICOS

Aparatos estéticos en el tratamiento de adultos

Aplicaciones del anclaje esquelético

Retracción e intrusión de incisivos prominentes

Acabado y retención

Los adultos que demandan tratamiento ortodóncico pertenecen a dos categorías muy diferentes: 1) adultos jóvenes (típicamente menores de 35 años, a menudo veinteañeros) que deseaban pero no recibieron un tratamiento ortodóncico completo cuando eran jóvenes y ahora que son independientes económicamente lo piden, y 2) un grupo de personas de más edad, de entre 40 y 50 años, que tienen otros problemas dentales

y necesitan la ortodoncia como parte de un plan de tratamiento más extenso. En el primer grupo, el objetivo es mejorar su calidad de vida y estos pacientes buscan las máximas mejoras posibles. Pueden necesitar o no el tratamiento extensivo a otros especialistas dentales, pero a menudo necesitan consulta interdisciplinaria.

El segundo grupo pretende mantener lo que tiene, no necesariamente conseguir un resultado ortodóncico ideal. En ellos, se necesita el tratamiento ortodóncico para cumplir objetivos específicos que harán más fácil y eficaz controlar la enfermedad dental y restaurar los dientes ausentes, por lo que el tratamiento ortodóncico es un procedimiento complementario a los objetivos periodontales y restauradores, de mayor envergadura. Hasta hace poco, el grupo más joven comprendía a la mayoría de los pacientes ortodóncicos adultos. El gran número de adultos fruto del *boom* de nacimientos inmediatamente posterior a la Segunda Guerra Mundial hacía fácil predecir una mayor demanda de tratamiento ortodóncico por parte del segundo grupo al principio del siglo XXI, como ha sucedido. Durante la última década, el tratamiento en adultos mayores ha sido el área de la odontología que más ha crecido.

Siempre debería llevarse a cabo el tratamiento ortodóncico complementario en el contexto de la práctica dental general. De hecho, la primera parte del capítulo 18 se ha escrito teniendo esto en mente. Este comentario no requiere estar familiarizado con los principios del tratamiento ortodóncico general, pero presupone que se conoce el diagnóstico ortodóncico y el plan de tratamiento.

Por el contrario, el análisis y tratamiento completo de los adultos en la última parte del capítulo 18 se basa en el principio analizado en los capítulos 14 a 16 y se centra en los aspectos del tratamiento completo para los adultos, diferente del de los jóvenes. El tratamiento ortodóncico completo en adultos suele ser difícil y muy exigente. Que no haya crecimiento significa que no es posible modificarlo para tratar las discrepancias entre los maxilares, con lo que las únicas posibilidades son el movimiento dental para el camuflaje o la cirugía ortognática. Pero, en la actualidad, la aplicación de anclaje esquelético está ampliando el campo de actuación de la ortodoncia para incluir a pacientes

que habían pedido ser sometidos a cirugía solo unos pocos años atrás. En este capítulo se describen e ilustran detalladamente las diferentes aplicaciones del anclaje esquelético; en el capítulo 19 se comparan el anclaje esquelético y la cirugía.

TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO FRENTE A TRATAMIENTO COMPLETO

El tratamiento ortodóncico complementario de los adultos es, por definición, un movimiento de los dientes llevado a cabo para facilitar otros procedimientos dentales necesarios para controlar la enfermedad, restaurar la función y/o mejorar la estética. Casi siempre afecta solo a una parte de la dentición y su objetivo fundamental suele ser hacer más fácil o eficaz la sustitución de dientes ausentes o dañados. Un objetivo secundario (que a veces se convierte en primario) frecuente es conseguir que al paciente le resulte más fácil controlar los problemas periodontales. El tratamiento suele durar unos pocos meses, en raras ocasiones más de 1 año, y la restauración suele proporcionar la retención a largo plazo.

Haciendo esta distinción, muchos tratamientos complementarios comentados en este capítulo pueden llevarse a cabo incluidos en el contexto de la práctica dental general y la primera parte de este capítulo está escrita desde esa perspectiva. Todas aquellas técnicas complementarias que probablemente deberían correr a cargo de un ortodoncista están etiquetadas como tal. Participen en el tratamiento uno o varios clínicos, hay que coordinar cuidadosamente el tratamiento ortodóncico con el tratamiento periodontal y restaurador.

En contraste, el objetivo de la ortodoncia completa para los adultos es el mismo que para los adolescentes: producir la mejor combinación de oclusión dental, aspecto dental y facial y estabilidad de los resultados para maximizar los beneficios para el paciente. Típicamente, el tratamiento ortodóncico completo requiere un aparato de ortodoncia fijo completo, habitualmente la intrusión de algunos dientes, puede considerarse la cirugía ortognática para mejorar las relaciones entre los maxilares, y suele llevar 1 año desde que se ponen hasta que se quitan las bandas. Los adultos que se someten a un tratamiento completo son los principales candidatos para aparatos que mejoren la estética, cuyos ejemplos más significativos son los alineadores transparentes, los aparatos linguales y los brackets vestibulares cerámicos. Al tratarse de procedimientos muy complejos, es mejor que el tratamiento sea llevado a cabo por un especialista en ortodoncia.

OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO

Típicamente, el tratamiento ortodóncico complementario supondrá uno o todos los tratamientos siguientes: 1) reposición de los dientes que se han desplazado después de extracciones o pérdidas óseas para poder fabricar una prótesis fija o de quita y pon más adecuada o poner implantes; 2) alineación de los dientes anteriores para realizar restauraciones más estéticas o hacer buenas ferulizaciones, manteniendo un buen contorno óseo interproximal o la forma de las troneras; 3) corrección de la mordida cruzada si compromete la función de los maxilares,

ya que no todas lo hacen, y 4) erupción forzada de dientes muy destruidos para exponer estructura radicular sana sobre la que fabricar coronas o para nivelar o regenerar el hueso alveolar.

Cualquiera que sea el estado oclusal original, los objetivos del tratamiento complementario deberían ser:

1. Mejorar la salud periodontal eliminando las zonas de acumulación de placa bacteriana y mejorando el contorno del reborde alveolar adyacente a los dientes.
2. Establecer unas proporciones corona-raíz favorables y posicionar los dientes de manera que se transmitan las fuerzas oclusales a lo largo de los ejes axiales de los dientes.
3. Facilitar el tratamiento restaurador colocando los dientes de manera que:
 - Puedan utilizarse técnicas más ideales y conservadoras (incluidos implantes).
 - Pueda obtenerse una estética óptima con restauraciones de porcelana adheridas, de recubrimiento total o con carillas de porcelana.

Una regla antigua indica que para aclarar lo que es algo, ayuda indicar lo que no es y con lo que podría confundirse. He aquí algunos corolarios importantes:

- El tratamiento ortodóncico para la disfunción temporomandibular no debe ser considerado un tratamiento complementario.
- Aunque la intrusión de los dientes puede representar una parte importante del tratamiento general para los adultos, probablemente debería correr a cargo de un ortodoncista incluso como una técnica complementaria, debido a las dificultades técnicas que implica y al riesgo de complicaciones periodontales. Como pauta general en el tratamiento de los adultos con alteraciones periodontales y pérdida ósea, la mejor solución para una extrusión excesiva de los incisivos inferiores es una reducción de la altura de las coronas, que tiene la ventaja añadida de que permite mejorar el cociente corona-raíz final. En el caso de otros dientes hay que tener presentes las relaciones entre labios y dientes a la hora de considerar la posibilidad de reducir la altura de las coronas.
- No debe tratarse un apiñamiento de más de 3-4 mm desgastando el esmalte del área del punto de contacto de los dientes. Sí puede ser ventajoso desgastar los dientes posteriores para obtener espacio para alinear los incisivos, pero esto requiere un aparato ortodóncico completo y no puede ser considerado un tratamiento complementario.

PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO

Consideraciones del diagnóstico y el plan de tratamiento

El plan para un tratamiento complementario requiere dos pasos: 1) crear una base de datos diagnósticos adecuada, y 2) desarrollar una lista completa pero clara de los problemas del paciente, sin centrarse excesivamente en un solo aspecto de una situación más compleja. No debe enfatizarse la importancia de esta fase del plan de tratamiento, ya que la solución a los problemas específicos del paciente puede encontrarse en la síntesis de muchas ramas de la odontología. En el tratamiento complementario, el dentista restaurador suele ser el arquitecto principal del plan de tratamiento

y la ortodoncia (forme o no un ortodoncista parte del equipo que trata al paciente) ha de permitir obtener un tratamiento restaurador mejor.

A pesar de ello, para desarrollar el listado de problemas hay que seguir los pasos señalados en el capítulo 6. El cuestionario/entrevista y la exploración física son iguales independientemente del tipo de tratamiento ortodóncico que vaya a realizarse. Pero los registros diagnósticos para los pacientes ortodóncicos complementarios son diferentes en algunos puntos importantes de los de los adolescentes y los niños.

Para esta población adulta y dentalmente comprometida, los registros suelen incluir radiografías intraorales individuales para suplementar la radiografía panorámica que suele ser suficiente para pacientes más jóvenes y más sanos (fig. 18-1). Cuando existe una enfermedad dental activa, la radiografía panorámica no aporta suficientes detalles. Deberían seguirse las directrices revisadas publicadas por la Food and Drug Administration (FDA) el pasado 2004 (v. tabla 6-5) a la hora de determinar con exactitud qué radiografías son necesarias para evaluar el estado de salud oral del paciente. Actualmente, el American Board of Orthodontics exige pruebas del estado periodontal antes del tratamiento de todos los pacientes adultos.¹

Para el tratamiento ortodóncico complementario con un aparato fijo parcial no suelen necesitarse radiografías cefalométricas preliminares, pero es importante prever las posibles repercusiones

de los diferentes movimientos dentales sobre la estética facial. En algunos casos, los métodos informáticos de predicción que se utilizan en el tratamiento general (v. capítulo 7) pueden resultar bastante útiles a la hora de planificar el tratamiento complementario. Es probable que se necesiten modelos montados en un articulador, ya que facilitan considerablemente la planificación de las técnicas de restauración asociadas.

Una vez identificados y clasificados todos los problemas, la cuestión fundamental del plan de tratamiento es: ¿es posible restaurar la oclusión con las posiciones dentales existentes o hay que mover algunos dientes para conseguir un resultado satisfactorio, estable, saludable y estético? El objetivo de lograr una oclusión fisiológica y facilitar otros tratamientos odontológicos tiene muy poco que ver con el concepto de Angle de una oclusión ideal. En este momento, es importante considerar la diferencia entre un plan de tratamiento realista y un plan idealista. En los pacientes mayores, la búsqueda de un resultado «ideal» podría suponer más tratamiento de lo que realmente podría beneficiar al paciente.

Obviamente, el tiempo necesario para cualquier tratamiento ortodóncico depende de la gravedad del problema y de la cantidad de movimiento dental que se quiera hacer, pero con el uso eficiente de los aparatos de ortodoncia sería posible alcanzar los objetivos del tratamiento complementario en 6 meses. Desde un punto de vista práctico, esto significa que, al igual que el

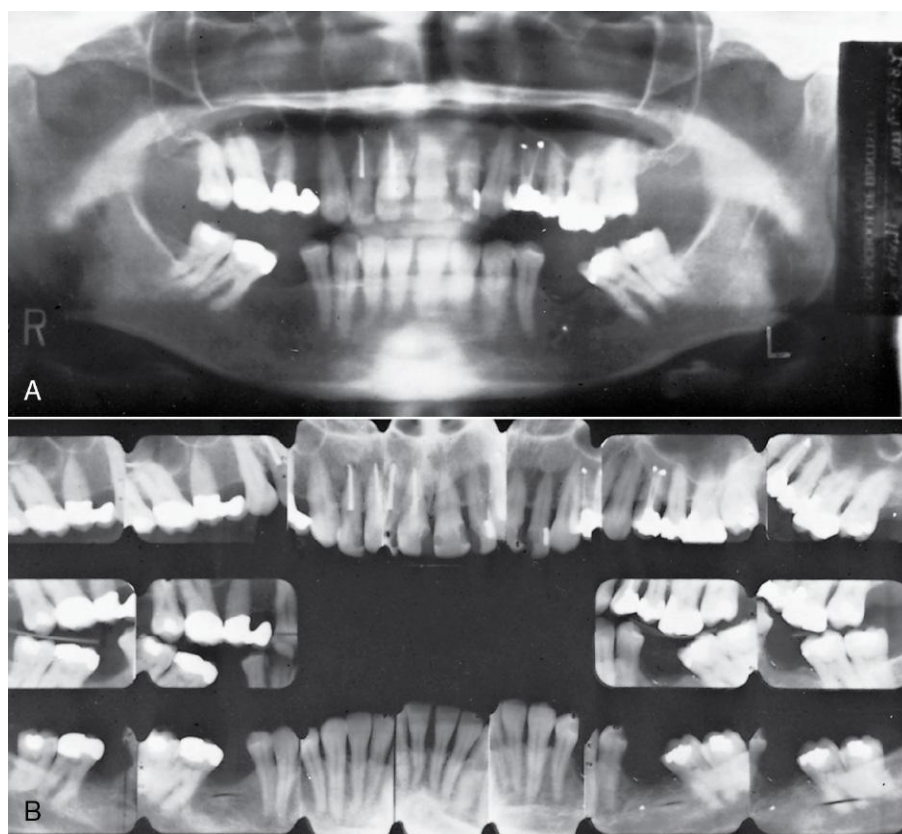


FIGURA 18-1 A y B. Para los adultos comprometidos periodontalmente que son candidatos habituales para la ortodoncia complementaria, suelen necesitarse tanto una radiografía panorámica como radiografías periapicales de la zona que se va a tratar. En la actualidad, la enfermedad periodontal es la principal indicación para las radiografías periapicales. En este paciente, que es un candidato para el tratamiento ortodóncico complementario, solo puede obtenerse información adecuada de la morfología radicular, la enfermedad dental y la destrucción periodontal mediante radiografías periapicales bien tomadas.

tratamiento ortodóncico completo, la mayoría de los tratamientos complementarios no pueden realizarse bien con los aparatos de quita y pon tradicionales, sino que es necesaria aparatología fija o una secuencia de alineadores transparentes que consigan cumplir los objetivos en un tiempo razonable. Además, cada vez parece más evidente que el anclaje esquelético hace más eficaz y eficiente el movimiento complementario de los dientes. Para el tratamiento complementario, consiste en la mayoría de las ocasiones en tornillos óseos alveolares.

Consideraciones biomecánicas

Características de los aparatos de ortodoncia

Cuando se va a utilizar un aparato fijo parcial para el tratamiento complementario, con la excepción de la alineación de los dientes anteriores, recomendamos el aparato de arco de canto de ranura de 22 con brackets gemelos. La ranura del bracket rectangular (arco de canto) permite el control de las inclinaciones axiales bucolinguales, el bracket relativamente ancho ayuda a controlar rotaciones e inclinaciones indeseables y el tamaño mayor de la ranura permite el uso de alambres de estabilización que son algo más rígidos que los que suelen utilizarse en los tratamientos completos.

Recientemente, el mayor desarrollo del tratamiento con alineadores transparentes (TAT; v. capítulo 10) ha proporcionado un tipo eficaz de aparato de quita y pon que puede alinear adecuadamente los dientes anteriores. Para el tratamiento complementario (o completo) no son muy adecuados los aparatos de quita y pon de tipo tradicional de plástico y alambre. Suelen resultar incómodos y se llevan durante menos horas de las necesarias para que sean eficaces. Con el TAT se minimizan tanto la incomodidad como las interferencias con la dicción y la masticación, a la vez que mejora la cooperación del paciente. Un aparato fijo en los dientes posteriores es cualquier cosa menos invisible, pero queda bastante bien en los dientes anteriores. La estética mejorada de un alineador transparente es también un factor que hay que tener en cuenta a la hora de elegirlo para nivelar los dientes anteriores.

A pesar de esta ventaja estética, existen limitaciones biomecánicas. Los alineadores transparentes hacen muy difícil el control de la posición radicular y también es difícil corregir las rotaciones y extruir los dientes.² Puede considerarse el uso del TAT si estas limitaciones no son importantes en un determinado caso complementario. Por el contrario, si lo son, casi todos los adultos candidatos al tratamiento complementario aceptarán un aparato lingual o un aparato fijo visible.³

Los brackets de arco de canto modernos de la técnica de arco recto están diseñados para localizaciones específicas de los dientes. La colocación del bracket en su posición ideal en cada diente implica que cada diente se repondrá si es necesario para conseguir la oclusión ideal (fig. 18-2, A). Puesto que el tratamiento complementario realiza solo movimientos limitados de los dientes, no es necesario ni deseable modificar la posición de todos los dientes en la arcada. Por esta razón, en un aparato fijo parcial para el tratamiento complementario, los brackets se colocan en una posición ideal solo en los dientes que se van a mover y se colocan brackets en los restantes dientes que se van a incorporar al sistema de anclaje de manera que las ranuras de los brackets estén alineadas muy próximas (v. fig. 18-2, B), lo cual permite que los segmentos de anclaje del alambre se unan

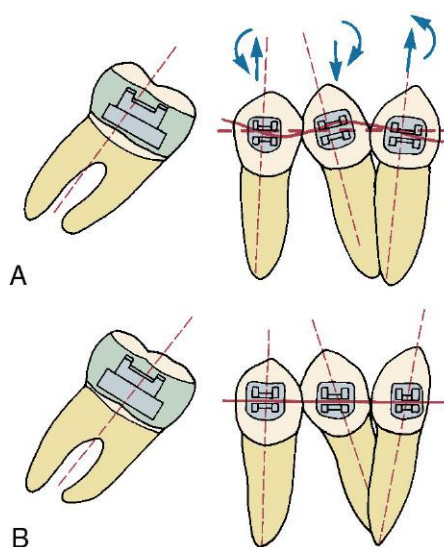


FIGURA 18-2 A. Brackets colocados en la posición «ideal» en dientes de anclaje moderadamente irregulares para el enderezamiento de molares. Para el tratamiento ortodóncico complementario no suele ser deseable el movimiento de los dientes de anclaje, pero un alambre recto los moverá si los brackets se posicionan de esta manera. B. Brackets colocados en la posición de máxima conveniencia, alineados de manera que puede colocarse un alambre recto sin mover los dientes de anclaje, lo cual hace las cosas más fáciles si no se quieren mover los dientes de anclaje. Para los procedimientos ortodóncicos complementarios, como el enderezamiento molar, recomendamos el uso de brackets de ranura de 22 «de alambre recto» ajustados y arcos de trabajo que sean algo más pequeños que la ranura del bracket. Ello disminuirá un movimiento vestibulolingual indeseable de los dientes de anclaje incluso cuando los brackets están alineados en los restantes planos del espacio.

pasivamente al bracket con poca flexión. El enganche pasivo de los alambres a los dientes de anclaje produce una alteración mínima de los dientes que se encuentran en una posición satisfactoria fisiológicamente. En los apartados de procedimientos de tratamiento específico que se desarrollan a continuación se ilustra este importante punto.

Efectos de la reducción del soporte periodontal

Hay que prestar un interés especial a la cantidad de soporte óseo de los dientes de los pacientes que necesitan tratamiento ortodóncico complementario ya que han perdido el hueso debido a enfermedad periodontal antes de controlarla. Cuando se pierde hueso, el área del ligamento periodontal (LPD) disminuye y la misma fuerza contra la corona produce una mayor presión en el LPD de un diente comprometido periodontalmente que en el de un diente con soporte normal. La magnitud absoluta de fuerza necesaria para mover los dientes puede reducirse cuando se ha perdido el soporte periodontal. Además, cuanto mayor sea la pérdida de inserción, menor será el área de raíz con soporte y más apical se encontrará el centro de resistencia (fig. 18-3), lo cual afecta al momento creado por las fuerzas aplicadas a la corona y los momentos necesarios para controlar el movimiento radicular. En términos generales, el movimiento dental es posible a pesar de la pérdida ósea, pero se necesitan fuerzas más ligeras y momentos relativamente más grandes.

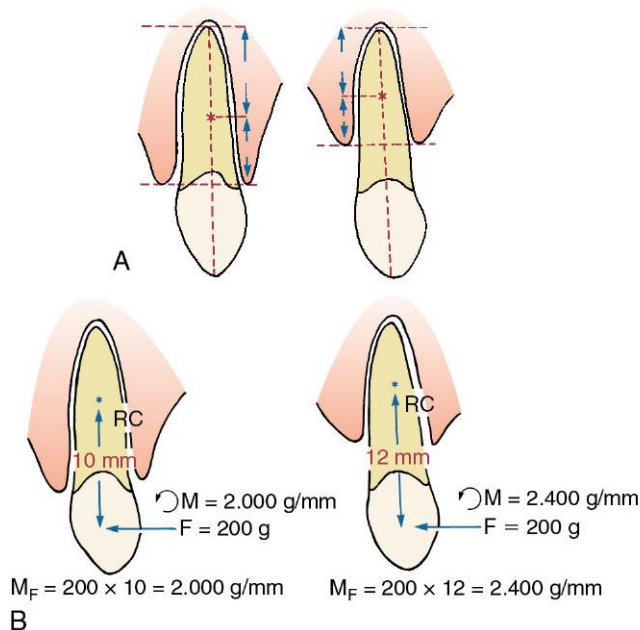


FIGURA 18-3 A. El centro de resistencia de un diente unirradicular se encuentra aproximadamente a $\frac{6}{10}$ de la distancia entre el ápice del diente y la cresta del hueso alveolar. La pérdida de altura de hueso alveolar, como sucede en el diente de la derecha, mueve el centro de resistencia acercándolo al ápice radicular. B. La cantidad de momento de inclinación producida por una fuerza es igual al producto entre la fuerza y la distancia entre el punto de aplicación de la fuerza y el centro de resistencia. Si el centro de resistencia se desplaza apicalmente, el momento de inclinación producido por la fuerza (M_F) aumenta y sería necesario un movimiento de compensación más intenso producido por una fuerza aplicada sobre el diente (F_D) para producir el movimiento del par. Este movimiento es casi imposible de obtener con los aparatos de quita y pon tradicionales y muy difícil con los alineadores transparentes, incluso cuando se añaden anclajes adheridos. Por todo ello, y desde un punto de vista práctico, es necesario un aparato fijo. A efectos prácticos, se necesita un aparato fijo cuando se desea mover las raíces en un paciente que ha perdido altura ósea alveolar.

Planificación y secuencia de tratamiento

Al ir llevando a cabo cualquier plan de tratamiento ortodóncico, el primer paso es el control de toda actividad dental activa (fig. 18-4). Antes de mover los dientes hay que eliminar las caries activas y las lesiones pulpares con extracciones, procedimientos restauradores y tratamiento apical o pulpar si es necesario. Los dientes endodonciados responden de una manera normal a las fuerzas ortodóncicas, si se ha eliminado toda la inflamación crónica.⁴ Antes de la ortodoncia hay que restaurar los dientes con amalgamas o resinas compuestas bien colocadas. Hasta que no se termine el tratamiento ortodóncico complementario no deben colocarse restauraciones con una anatomía oclusal muy detallada debido a que, inevitablemente, la oclusión va a cambiar y ello podría hacer necesario rehacer coronas, puentes o prótesis parciales de quita y pon.

Antes de empezar cualquier tratamiento de ortodoncia hay que controlar también la enfermedad periodontal, debido a que el movimiento ortodóncico de dientes con mala salud periodontal puede llevar a la destrucción irreversible del aparato de soporte periodontal.⁵ Deberán realizarse raspados, curetajes (si

Secuencia de tratamiento: problemas complejos

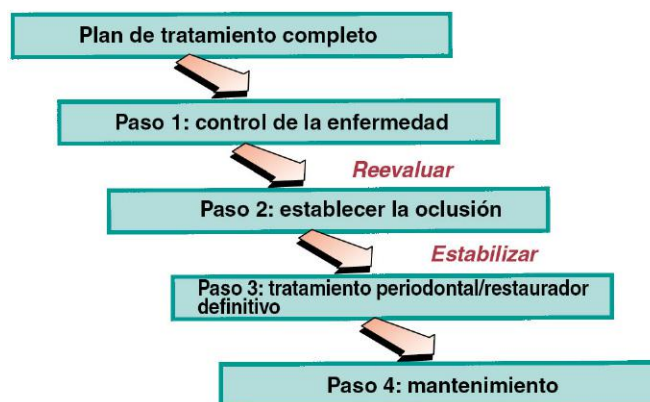


FIGURA 18-4 Secuencia de pasos en el tratamiento de pacientes que requieren una ortodoncia complementaria. Se utiliza la ortodoncia para establecer la oclusión, pero solo después de haber controlado la enfermedad y estabilizado la oclusión antes de llevar a cabo el tratamiento restaurador definitivo.

es necesario, con procedimientos de colgajo abierto) e injertos gingivales cuando esté indicado. Han de retrasarse la eliminación quirúrgica de la bolsa y la cirugía ósea hasta que se termine la fase del tratamiento ortodóncico, debido a que durante la ortodoncia se producen recontorneados óseos y de los tejidos blandos importantes. Los estudios clínicos muestran que puede completarse el tratamiento ortodóncico de los adultos con tejidos periodontales normales y comprometidos sin pérdida de inserción debido a que a esos pacientes se les ha proporcionado un buen tratamiento periodontal inicialmente y durante el movimiento dental.⁶

Durante la fase de preparación han de evaluarse cuidadosamente el entusiasmo del paciente por el tratamiento y su capacidad para mantener una buena higiene oral general. La ortodoncia complementaria puede perjudicar más que beneficiar a los pacientes que no mantienen una buena higiene oral, porque no pueden o porque no quieren. Si puede controlarse la enfermedad, la ortodoncia complementaria mejorará significativamente los tratamientos restauradores y periodontales finales.

PROCEDIMIENTOS DEL TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO

Enderezamiento de los dientes posteriores

Consideraciones del plan de tratamiento

Cuando se pierde un primer molar permanente en la infancia o la adolescencia y no se reemplaza, el segundo molar se mesializa y los premolares suelen inclinarse mesialmente y rotar al abrirse el espacio entre ellos. Al ir moviéndose el diente, el tejido gingival adyacente se dobla y distorsiona, formando una pseudobolsa que acumula placa y que puede resultarle imposible de limpiar al paciente (fig. 18-5). La reposición de los dientes elimina esta situación patológica potencial y presenta la ventaja añadida de simplificar los procedimientos restauradores finales.

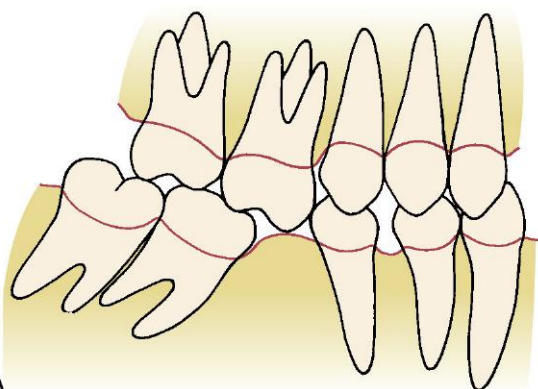
Cuando se planifica un enderezamiento molar, ha de darse respuesta a varias preguntas interrelacionadas:

- Si existe el tercer molar, ¿han de enderezarse el segundo y tercer molar? En muchos pacientes la posición distal del tercer molar lo colocará en una posición que no permitirá mantener una buena higiene oral o que hará que no esté en oclusión funcional. En estos casos, es más apropiado extraer el tercer molar y enderezar el segundo molar. Si hay que enderezar los dos molares, ha de modificarse sustancialmente la técnica, como se explicará más adelante.
- ¿Cómo enderezar dientes inclinados? ¿Moviéndola la corona distalmente (inclinándola), lo que aumentaría el espacio disponible para el pónico de un puente o un implante (fig. 18-6) o mediante el movimiento mesial de la raíz, que reduciría o incluso cerraría el espacio edéntulo? Como regla general, se prefiere la inclinación distal del segundo molar y un puente o implante para reemplazar al primer molar. Si ya se ha producido una extensa reabsorción del reborde, en concreto en sentido vestibulolingual, la mesialización de la raíz de un molar ancho en el reborde

alveolar estrecho se producirá muy lentamente. A menudo, cuando hay que enderezar los dientes y cerrar espacios, se necesita anclaje esquelético provisional, y es probable que el tratamiento dure unos 3 años (v. fig. 18-37).

- ¿Puede extruirse un molar inclinado? El enderezamiento de un diente inclinado mesialmente mediante inclinación distal, lo que deja el ápice radicular en la posición pretratamiento, también lo extruye. Esta maniobra permite también reducir la profundidad de la pseudobolsa presente en la superficie mesial. Además, al seguir la encía insertada la unión amelocementaria siempre que la unión mucogingival permanezca estable, aumenta también la anchura del tejido queratinizado en esa zona. Además, si la altura de la corona clínica disminuye sistemáticamente a medida que se va produciendo el enderezamiento, mejorará la proporción corona-raíz final (fig. 18-7). A pesar de que se acepta una ligera extrusión o reducción de la altura de la corona, lo cual suele producirse, debe tenerse en cuenta que el paciente puede presentar problemas que requieran un tratamiento completo.
- ¿Deben reposicionarse los premolares como parte del tratamiento? Dependerá de la posición de estos dientes y del plan restaurador, pero en muchos casos la respuesta es afirmativa. Es deseable cerrar los espacios entre los premolares cuando se están enderezando los molares, debido a que esto mejorará tanto el pronóstico periodontal como la estabilidad a largo plazo. En algunos casos, si se endereza el molar y después se hace retroceder el premolar hacia el primero se consigue más espacio mesial al premolar para un implante.

Al enderezar los molares, la duración del tratamiento dependerá del tipo y de la magnitud del movimiento dental que se necesite. El enderezamiento de un segundo molar mediante la inclinación distal de su corona lleva mucho menos tiempo

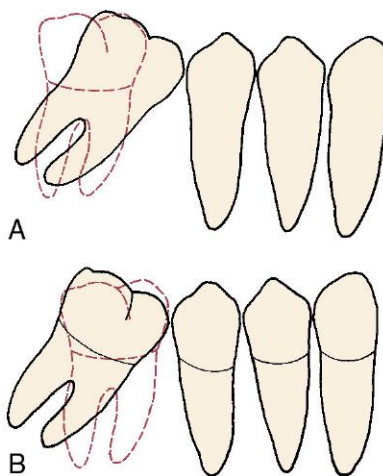


A



B

FIGURA 18-5 A. Pérdida de un molar inferior que lleva a la inclinación y el desplazamiento de los dientes adyacentes, contactos interproximales inadecuados, menor hueso interradicular y supraerupción de los dientes sin antagonista. Como la unión amelocementaria sigue el contorno óseo, se forman pseudobolsas adyacentes a los dientes inclinados. B. Puede observarse la pérdida de hueso alveolar en la zona en la que se extrajo un primer molar mandibular muchos años atrás. La inclinación y el desplazamiento mesial del segundo molar han cerrado en parte el espacio. Sin embargo, la mordida cruzada posterior del paciente no guarda relación con la pérdida precoz del molar.



A

B

FIGURA 18-6 A. El enderezamiento de un molar inclinado mediante el movimiento distal de la corona lleva a un aumento del espacio para el pónico de un puente o un implante, mientras que (B) el enderezamiento del molar mediante el movimiento mesial de la raíz reduce el espacio y podría eliminar la necesidad de una prótesis. Pero este movimiento dental puede ser muy difícil y requiere mucho tiempo, en especial si el hueso alveolar se ha reabsorbido en la zona en la que se extrajo un primer molar muchos años antes (v. fig. 18-36).

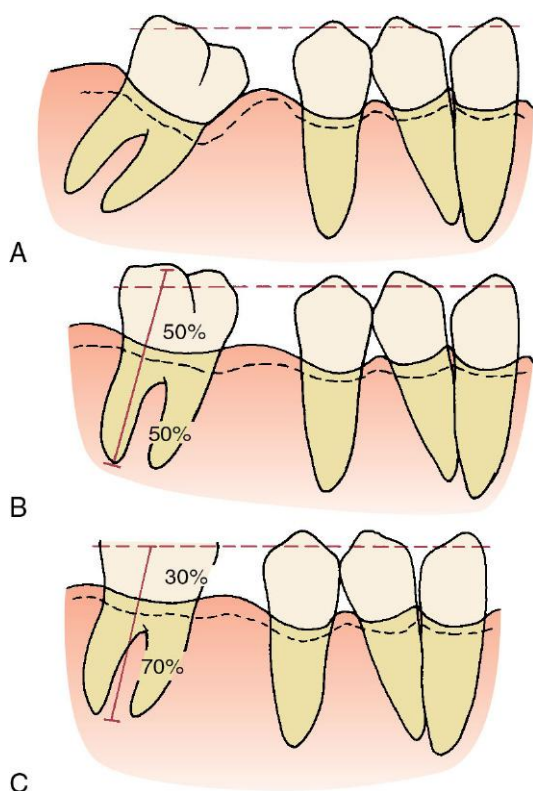


FIGURA 18-7 A-C. Al enderezar un molar inclinado aumenta la altura de la corona y disminuye la profundidad de la bolsa mesial. La reducción posterior de la corona elimina las interferencias oclusales y mejora también el cociente entre la altura de la corona y la longitud de la raíz que soporta dicho molar; debido a ello, conviene reducir la altura de la corona del molar como parte rutinaria del enderezamiento molar.

que el movimiento mesial de la raíz. El tratamiento se prolongará si no se consigue eliminar las interferencias oclusales. El tratamiento de los casos más sencillos debe completarse en 8-10 semanas, pero para enderezar dos molares del mismo cuadrante inclinandolos distalmente pueden necesitarse fácilmente 6 meses, y la complejidad de este tratamiento lo sitúa en los límites del tratamiento complementario con un aparato fijo parcial.

Aparatos para el enderezamiento molar

Un aparato parcial fijo para enderezar molares inclinados está formado por brackets adheridos a los premolares y caninos de un cuadrante y un tubo rectangular adherido en un molar o la banda de un molar. Una directriz general es que las bandas molares son mejores cuando el estado periodontal lo permite, lo que significa de forma práctica que se utilizará en los pacientes más jóvenes y sanos. Cuanto mayor sea el grado de destrucción periodontal alrededor del molar que hay que enderezar, mayor ha de ser la inserción adherida.

La elección de dónde colocar los brackets de los caninos o premolares debe depender de la oclusión y del movimiento que pretende hacerse en el diente. Si hay que reposicionar estos dientes, los brackets deben colocarse en la posición ideal en el centro de la superficie vestibular de cada diente. En cambio, si los

dientes sirven únicamente como unidades de anclaje y no se ha planificado la reposición, entonces hay que colocar los brackets en la posición más conveniente en la que se requiera un doblez mínimo del alambre para ajustar en un arco pasivo (v. fig. 18-2).

Enderezamiento de un solo molar

Inclinación distal de las coronas. Si el molar está solo moderadamente inclinado, el tratamiento suele conseguirse con un alambre flexible rectangular. La mejor elección es un alambre de níquel-titanio austenítico (A-NiTi) de 17×25 que desarrolla aproximadamente 100 g de fuerza (v. capítulo 10). Con este material, un solo alambre puede completar el enderezamiento necesario (fig. 18-8). Puede utilizarse también un alambre rectangular trenzado, pero suele ser necesario quitarlo y volver a darle la forma. Es importante aliviar la oclusión al enderezar el diente; si no se hace bien, el tiempo de tratamiento aumenta y el diente puede tener una movilidad excesiva.

Si el molar está muy inclinado, un alambre continuo para enderezarlo tendrá efectos secundarios (casi siempre indeseables) sobre la posición y la inclinación del segundo premolar. Por esta razón es mejor hacer la mayor parte del enderezamiento utilizando un resorte seccional de enderezamiento (fig. 18-9). Después de la alineación preliminar de los dientes de anclaje, si es necesaria, un alambre rectangular rígido de acero (19×25) mantiene la relación de los dientes en el segmento de anclaje y se coloca un resorte auxiliar en el tubo auxiliar del molar. El resorte de enderezamiento está formado por β -titanio (β -Ti) de 17×25 sin bucle helicoidal o por un alambre de acero de 17×25 con un bucle añadido para proporcionar más elasticidad. Debe ajustarse el brazo mesial del bucle helicoidal para que repose pasivamente en el vestíbulo y, al ser activado, enganarse sobre el arco de alambre del segmento de estabilización. Es importante posicionar el bucle de manera que pueda desplazarse libremente distalmente a medida que el molar se endereza. Además, se necesita un ligero doblez lingual colocado en el resorte de enderezamiento para contrarrestar las fuerzas que tienden a inclinar los dientes de anclaje vestibularmente y los molares distalmente (v. fig. 18-9, C).

Movimiento mesial de la raíz. Si se desea mover la raíz en sentido mesial, está indicado un método alternativo. Se necesitará anclaje esquelético si lo que se pretende es cerrar el antiguo espacio de extracción (v. fig. 18-36). Si lo que se busca es un pequeño desplazamiento mesial para impedir que se abra demasiado espacio, se puede utilizar un arco de alambre seccional de «bucle en T» de acero inoxidable de 17×25 o de β -Ti de 19×25 (fig. 18-10). Tras la alineación inicial de los dientes de anclaje con un alambre flexible ligero, se adapta el alambre del bucle en T de manera que encaje pasivamente en los brackets de los dientes de anclaje y se dobla en forma de T para que ejerza una fuerza que enderece el molar. Se puede insertar en el molar por el lado mesial o distal. Si el plan de tratamiento consiste en mantener o cerrar (en lugar de aumentar) el espacio del pónico, debería empujarse distalmente el extremo distal del arco a través del tubo molar, abriendo el bucle en T de 1 a 2 mm para después doblarlo mucho hacia gingival para mantener esta apertura. Esta activación proporciona una fuerza mesial sobre el molar que contrarresta la inclinación distal de la corona mientras el diente se endereza (v. fig. 18-10, D). Si se quiere abrir este espacio, no se dobla el extremo del alambre sobre él, de manera que el diente se desliza distalmente a lo largo de él.

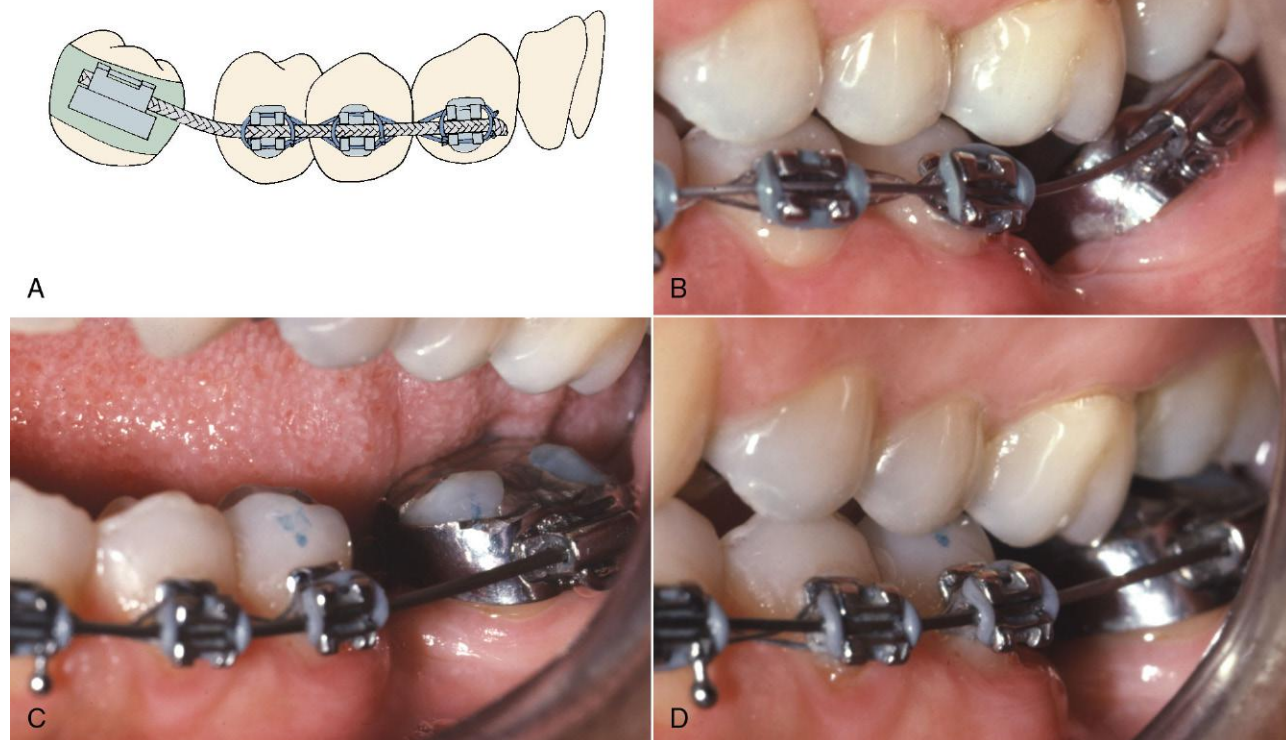


FIGURA 18-8 Técnica de aparatología fija para enderezar un molar con un alambre flexible continuo. **A.** Se consigue una alineación inicial con brackets colocando un alambre flexible ligero, como uno de A-NiTi de 17×25 , de molar a canino. **B.** Enderezamiento molar con un alambre de M-NiTi continuo. **C.** Progreso 1 mes después. **D.** Enderezamiento completado casi totalmente 2 meses después.

El aparato con bucle en T está indicado también si el molar que se va a enderezar está muy inclinado, pero no tiene antagonista. En este caso, un bucle en T minimiza la extrusión que acompaña al enderezamiento, lo cual puede ser excesivo con los otros métodos en los que no hay antagonista.

Posición final de los molares y premolares. Una vez que casi se ha conseguido el enderezamiento de los molares, suele ser deseable aumentar el espacio disponible para el pónico y cerrar los contactos abiertos en el segmento anterior. Como mejor se consigue es utilizando un alambre de base relativamente rígido, con un muelle helicoidal comprimido trenzado sobre el alambre para dar lugar al sistema de fuerzas requerido. Con brackets de ranura de 22, el alambre de base debería ser redondo de 18 mil o rectangular de 17×25 , lo cual debería engarzar el diente de anclaje y el molar enderezado más o menos pasivamente. El alambre debería extenderse a través del tubo molar, proyectándose más o menos 1 mm distalmente. Se corta un resorte helicoidal de acero abierto (alambre de 0,009, luz de 0,03) de manera que queda de 1 a 2 mm más largo que el espacio, se desliza sobre el alambre base (fig. 18-11) y se comprime entre el molar y el premolar distal. Ha de ejercer una fuerza de unos 150 g para mover los premolares mesialmente a la vez que sigue inclinando el molar distalmente. El resorte helicoidal se reactiva sin retirarlo comprimiendo el resorte y añadiendo un espaciador separador que mantenga la compresión (v. fig. 18-11, B).

Enderezamiento de dos molares del mismo cuadrante

Puesto que la resistencia ofrecida al enderezar dos molares es considerable, solo debe intentarse cerrar pequeñas cantidades de espacio. A menos que se haya previsto un tratamiento ortodóncico general con un aparato fijo completo, el objetivo debe consistir en una pequeña inclinación distal de la corona de ambos dientes, que suele dejar espacio para un pónico o un implante del tamaño de un premolar. Para controlar la posición de los dientes anteroinferiores se necesita un arco de estabilización lingual adherido de canino a canino (similar a un retenedor adherido) (v. fig. 18-9). No es buena idea intentar enderezar los segundos y terceros molares al mismo tiempo, ya que se produce un movimiento importante de los dientes de anclaje, a menos que se utilice un anclaje esquelético.

Cuando hay que enderezar los segundos y terceros molares, el tercer molar debe llevar un tubo rectangular simple y el segundo molar un bracket. El segundo molar suele estar mucho más inclinado que el tercer molar, por lo que el alambre ha de ser más flexible en mesial y distal del alambre. El mejor abordaje es utilizar inicialmente un alambre muy flexible; una buena elección es el alambre de A-NiTi de 17×25 . Si no se reducen las interferencias oclusales puede producirse una movilidad excesiva de los dientes.

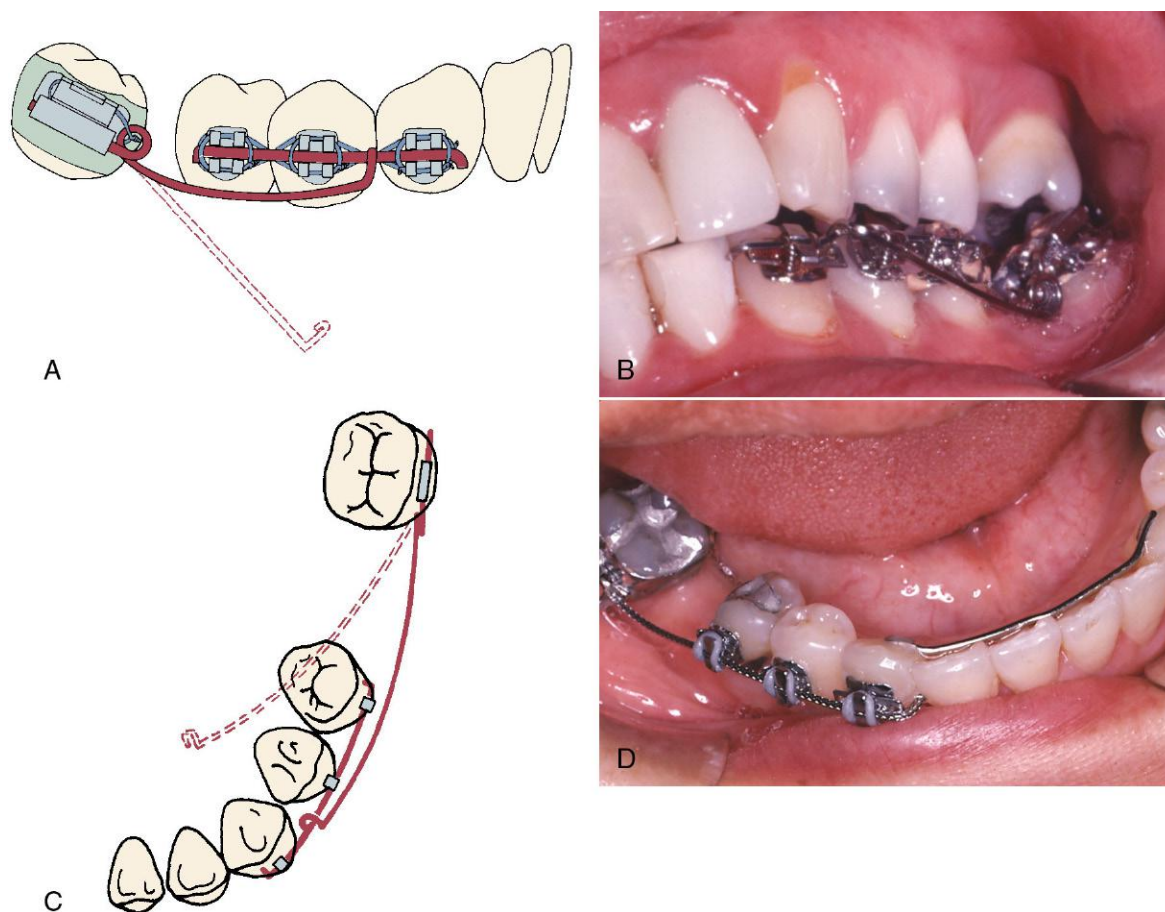


FIGURA 18-9 Enderezamiento con un resorte auxiliar. **A.** Si la alineación relativa del molar requiere extender el segmento de estabilización al bracket del molar, se coloca un alambre rígido de estabilización de acero inoxidable de 19×25 solo en la región de los caninos y premolares (a menudo, con el bracket posicionado de manera que el alambre es pasivo; v. fig. 18-2). El brazo mesial del resorte de enderezamiento descansa en el vestibulo antes de su engarce y el resorte se activa elevando el brazo mesial y enganchándolo sobre el alambre de estabilización de los brazos del canino y el premolar. **B.** Resorte de enderezamiento auxiliar al molar justo después de su colocación inicial. Obsérvese la hélice doblada hacia el alambre de acero que forma el resorte y que le proporciona mejores propiedades. **C.** Debido a que la fuerza se aplica sobre la superficie vestibular de los dientes, un resorte de enderezamiento auxiliar tiende no solo a extruir el molar, sino también a rotarlo lingualmente, intruyendo los premolares y abanicándolos vestibularmente. Para contrarrestar este efecto secundario, hay que curvar el resorte de enderezamiento bucolingualmente de manera que cuando se coloca en el tubo molar, el gancho descansa lingualmente con respecto al arco antes de la activación (*línea punteada*). **D.** Cuando se cementa un alambre de estabilización de canino a canino (en la superficie lingual de estos dientes), se obtiene un control mejor del anclaje, con un alambre continuo o un resorte auxiliar.

Retención

Una vez enderezados los molares, los dientes se encuentran en una posición inestable hasta que se coloca la prótesis que proporciona la retención a largo plazo. En la medida de lo posible, han de evitarse los retrasos largos para fabricar la prótesis definitiva. Como regla general, un puente fijo puede y debe colocarse en las 6 semanas posteriores a haber terminado el enderezamiento. En especial, si se planifica un implante, puede haber un retraso considerable mientras el injerto óseo cicatriza y el implante se osteointegra. Si se necesita retención durante más de unas pocas semanas, el abordaje preferido es una férula de alambre intracoronal (de alambre de acero de 19×25 o más grueso) adherida a preparaciones superficiales en los dientes pilares (fig. 18-12). Este tipo de férulas causa muy poca irritación gingival y puede dejarse en posición durante un tiempo considerable, pero ha de retirarse y recementarse para poder colocar el injerto óseo y practicar la cirugía de implantes.

Corrección de la mordida cruzada

Las mordidas cruzadas posteriores suelen corregirse utilizando elásticos «cruzados» colocados en dientes adecuados de la arcada antagonista y que mueven tanto los dientes superiores como los inferiores (fig. 18-13, A). Estos elásticos inclinan los dientes a la oclusión correcta, pero también tienden a extruirlos. Por esta razón, deben utilizarse con precaución para corregir las mordidas cruzadas posteriores de los adultos debido a que la extrusión puede modificar las relaciones oclusales en toda la boca. Una manera de obtener más movimiento de un diente maxilar que de su antagonista mandibular es tener varios dientes estabilizados en la arcada inferior mediante un segmento de arco pesado (v. fig. 18-13, B-D). Obviamente, este mismo abordaje puede utilizarse de manera inversa para producir más movimiento de un diente mandibular. Si la mordida cruzada bucal incluye también un molar inferior

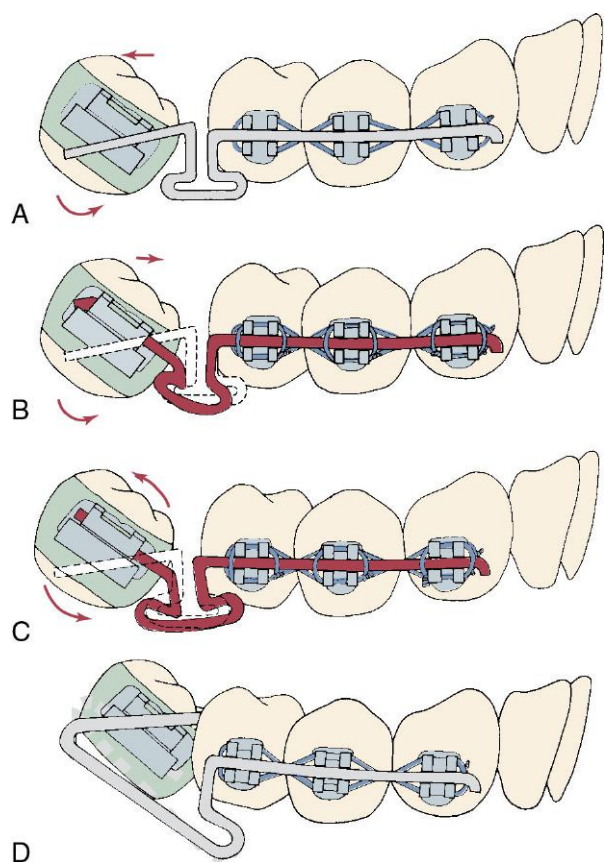


FIGURA 18-10 A. Resorte con bucle en T en alambre de acero de 17×25 , que muestra el grado de angulación del alambre antes de insertarlo en el tubo molar necesario para enderezar un solo molar inclinado. B. Si se activa un bucle en T tirando de la parte distal del alambre a través del tubo molar y doblándolo, el diente no puede moverse distalmente, lo cual genera un momento que resulta en el enderezamiento del molar debido al movimiento de la raíz mesial con cierre del espacio. C. Bucle en T para el enderezamiento mediante la inclinación distal. Puede observarse que el diente no puede moverse hacia atrás deslizándose a lo largo del alambre. D. Modificación de un bucle en T que puede utilizarse para enderezar un molar muy inclinado o rotado mediante la inclinación distal. El alambre se inserta en el extremo distal del tubo en el resorte del molar. El alambre adicional del bucle proporciona un mayor rango de acción, pero el enderezamiento sigue produciéndose por la inclinación distal de la corona.

inclinado mesialmente, se puede usar un resorte auxiliar de enderezamiento para desplazarlo lingualmente durante el enderezamiento introduciendo dos modificaciones en su diseño: se omite el doblez interno del resorte antes de activarlo (v. fig. 18-9, C) y se utiliza alambre redondo para fabricar el resorte.

Si la mordida cruzada anterior se debe solo a un diente desplazado y su corrección requiere únicamente su inclinación (como puede suceder en el caso de un incisivo maxilar que fue inclinado lingualmente a mordida cruzada), pueden emplearse un aparato de quita y pon o un alineador transparente para inclinar el diente a una posición normal. Pero cuando se utiliza cualquier tipo de aparatología de quita y pon, la inclinación de un diente facial o lingualmente produce también un cambio vertical en el plano oclusal (fig. 18-14). La inclinación labial de los incisivos superiores para corregir la mordida abierta anterior produce casi siempre una intrusión notable y la reducción de la sobremordida, lo cual puede plantear un problema durante la retención debido a que una sobremordida positiva sirve para retener la corrección de la sobremordida. Suele ser necesario el uso de aparatología fija para el control vertical en la corrección de las mordidas cruzadas anteriores.

Si existe una sobremordida profunda en los dientes que se encuentran en mordida cruzada, su corrección será mucho más fácil si se añade un plano de mordida temporal que libere la oclusión. Este plano de oclusión ha de fabricarse cuidadosamente para que contacte con las superficies oclusales de todos los dientes e impida las sobreerupciones durante el tratamiento.

La clave para mantener la corrección de la mordida cruzada consiste en establecer una buena relación de sobremordida. Pueden realizarse reconstrucciones coronarias para proporcionar una relación oclusal positiva, eliminando las interferencias en las cúspides linguales de los dientes posteriores.

Extrusión

Plan de tratamiento

Para los dientes con defectos en o adyacentes al tercio cervical de la raíz, la extrusión controlada (denominada a veces *erupción forzada*) puede ser una alternativa excelente a una cirugía extensa de alargamiento coronario.⁷ La extrusión de los dientes

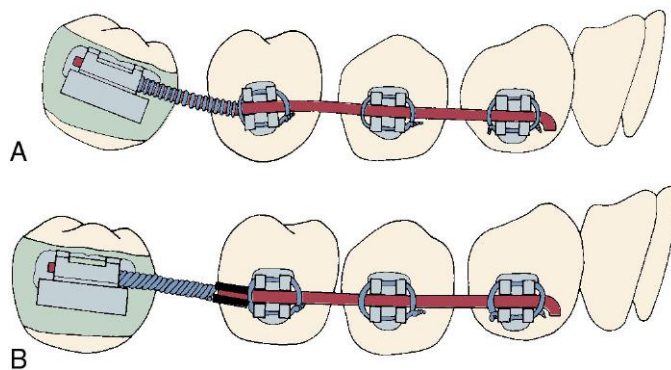


FIGURA 18-11 A. Puede utilizarse un resorte helicoidal comprimido en un alambre redondo (generalmente de acero de 18 mil) para completar el enderezamiento molar mientras se cierran los espacios remanentes de la zona de los premolares. B. El resorte helicoidal puede reactivarse comprimiéndolo contra un espaciador separador enganchado en el arco, justo por detrás del bracket premolar.

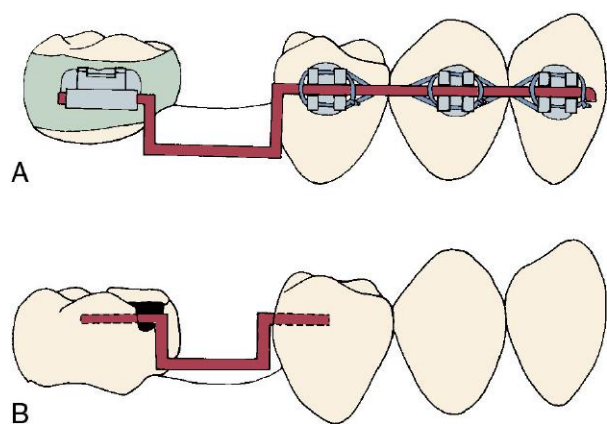


FIGURA 18-12 Un molar que ha sido enderezado es inestable y debe mantenerse en esta nueva posición utilizando un puente fijo o un implante para estabilizarlo. **A.** Alambre de acero grueso rectangular de 19×25 que se une pasivamente al bracket. **B.** Férula intracoronal (a menudo denominada férula A) hecha de alambre de acero de 19×25 o de 21×25 cementada en preparaciones superficiales en el esmalte proximal con resina compuesta (v. también fig. 17-14), lo cual provoca muy pocas alteraciones tisulares. Se prefiere la férula intracoronal, en concreto cuando la retención se va a llevar durante unas cuantas semanas.

permite el aislamiento con dique de goma para realizar tratamientos endodóncicos cuando no puede hacerse de otra manera. La extrusión permite también colocar los márgenes coronarios en estructura dental sana al mismo tiempo que mantiene un contorno gingival uniforme que proporciona una mejor estética (fig. 18-15). Además, no se compromete la altura ósea alveolar, se mantiene la longitud coronaria aparente y no se compromete el soporte óseo de los dientes adyacentes. A medida que se extruye el diente, la encía insertada debería seguir a la unión amelocementaria, lo cual hace que la encía insertada recupere su nivel original. Sin embargo, suele ser necesario practicar un ligero recontorneado gingival y, a menudo, óseo, para producir un contorno uniforme con los dientes adyacentes y una anchura biológica adecuada.

Como regla general, ha de terminarse el control de la infección apical antes de empezar la extrusión de la raíz. Pero en algunos pacientes ha de completarse el movimiento ortodóncico antes de terminar la endodoncia debido a que un objetivo de la extrusión puede ser proporcionar un mejor acceso a los tratamientos endodóncico y restaurador. En estos casos, se realiza un tratamiento endodóncico preliminar para aliviar los síntomas y se mantiene el diente con un relleno radicular provisional u otro tratamiento paliativo hasta que se mueva a una posición mejor.

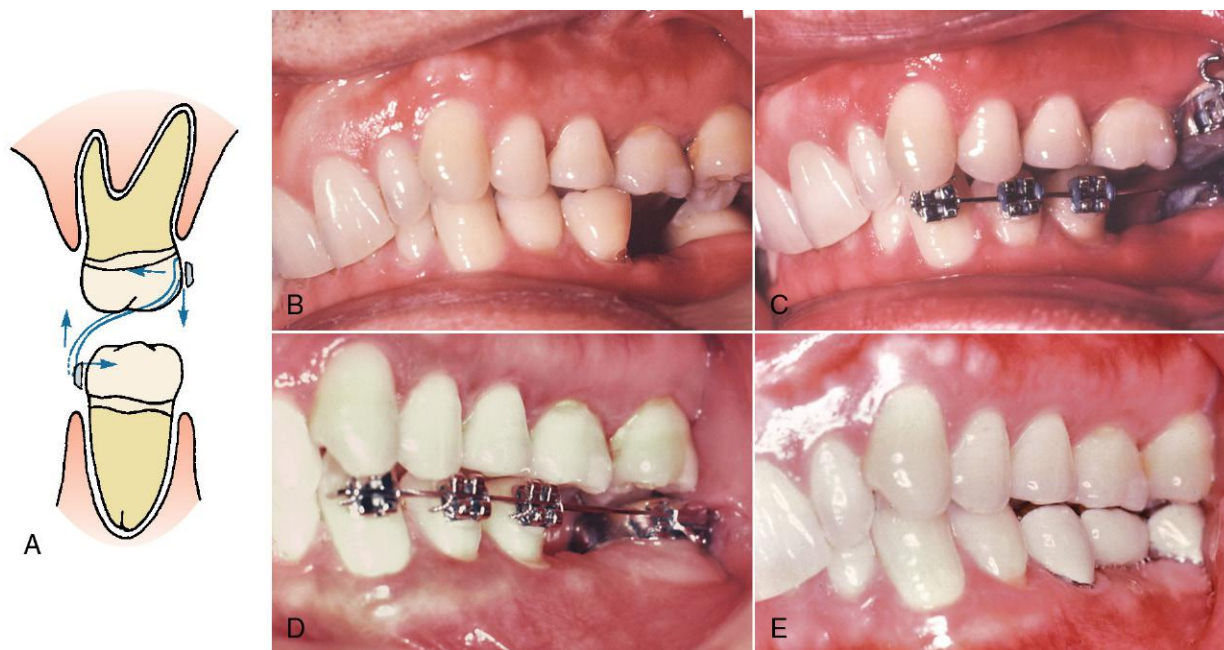


FIGURA 18-13 **A.** Los elásticos «cruzados» dan lugar a fuerzas tanto horizontales como verticales y extruirán los dientes al mismo tiempo que los mueven vestibularmente. Si se utilizan estos elásticos para corregir la mordida cruzada en adultos, debe tenerse cuidado de no abrir demasiado la mordida anteriormente. No suelen indicarse los elásticos cruzados para la mordida cruzada anterior. **B.** Mordida cruzada vestibular de los segundos molares de un paciente de 50 años que había perdido los primeros molares mandibulares años atrás. Los segundos molares inferiores se habían inclinado mesial y lingualmente. **C.** Se empleó un aparato ortodóncico estándar para enderezar un molar inferior. Consistía en una banda en el segundo molar mandibular, un alambre lingual mandibular de canino a canino para aumentar el anclaje y brackets cementados en la superficie vestibular de los premolares y caninos. Además, se colocó una abrazadera lingual en la banda inferior y una banda con un gancho facial en el segundo molar maxilar, de manera que podían llevarse los elásticos cruzados. **D.** Se completó el enderezamiento del molar una vez corregida la mordida cruzada. **E.** Puente terminado en posición. Se trata de una ortodoncia complementaria clásica. La mordida abierta anterior y la alineación de los incisivos no eran un problema para este paciente y no se corrigieron.

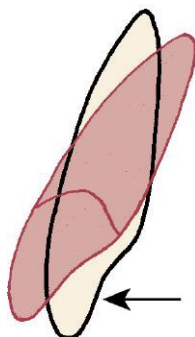


FIGURA 18-14 Una fuerza dirigida labialmente contra un incisivo maxilar (con un aparato de quita y pon o fijo) inclinará los dientes y dará lugar a una intrusión aparente de la corona, lo que disminuye la sobremordida (o empeora la mordida abierta anterior).

Existen tres parámetros que determinan cuánto puede extruirse un diente: 1) la localización del defecto (p. ej., línea de fractura, perforación radicular, localización de la reabsorción, etc.); 2) espacio para colocar el margen de la restauración, de manera que no se encuentre en la base del surco gingival (suele necesitarse 1 mm), y 3) espacio disponible para la anchura biológica de la inserción gingival (unos 2 mm). Por ello, si la fractura se encuentra a la altura de la cresta alveolar, hay que extruir el diente unos 3 mm; si está 2 mm por debajo de la cresta, se necesitarían, idealmente, 5 mm de extrusión. También es importante considerar el tamaño del conducto o la cavidad pulpar en el borde de la futura restauración: la pared del diente no debe ser demasiado delgada en ese punto. La proporción corona-raíz al final del tratamiento debería ser 1:1 o mejor y, si el diente presenta una proporción



FIGURA 18-15 La erupción forzada puede mover un diente que no se puede restaurar debido a enfermedad subgingival a una posición que permita que pueda ser tratado. **A.** Este incisivo central tenía una corona colocada después de haberse fracturado previamente, pero ahora mostraba una inflamación gingival y elongación. **B.** Una radiografía periapical mostraba una reabsorción radicular interna por debajo del margen de la corona. **C.** El plan de tratamiento consistió en tratamiento endodóncico para frenar la reabsorción interna, y después extrusión de la raíz de forma que pudiera colocarse un nuevo margen coronario en estructura radicular sana. **D.** Inicialmente se utilizó un lazo elastomérico desde un segmento de arco hasta un anclaje en el perno que se cementó en el conducto radicular. **E.** A continuación, se emplearon bucles de un alambre rectangular flexible (de β -Ti de 17×25) para un movimiento dental más eficaz y rápido. **F.** Se produjo una elongación de 4 mm en varias semanas y se colocó una restauración temporal. **G y H.** Se utilizó un colgajo de reposición apical para crear el contorno gingival correcto. **I-J.** Después se prepararon una cofia y la corona cerámica total. De esta manera no fue necesario realizar la extracción del diente y se obtuvo una restauración muy estética.

más desfavorable, solo puede mantenerse ferulizándolo a los dientes adyacentes.

Las bolsas verticales de una o dos paredes aisladas suponen un problema estético especial si se presentan en la región anterior de la boca. Su corrección quirúrgica podría estar contraindicada simplemente por razones estéticas. La erupción forzada de estos dientes, con la reducción concomitante de la corona, puede mejorar el estado periodontal, al mismo tiempo que proporciona una estética excelente.

En general, la extrusión puede ser tan rápida como de 1 mm a la semana sin lesionar el LPD, de manera que basta con 3 a 6 semanas para casi todos los pacientes. Demasiada fuerza y una velocidad de movimiento demasiado rápida implican el riesgo de lesionar y anquilosar los tejidos.

Técnica ortodóncica

La extrusión es el movimiento dental que se produce más fácilmente y la intrusión el que se produce menos fácilmente, por lo que habitualmente hay un amplio anclaje en los dientes adyacentes. El aparato ha de ser bastante rígido en los dientes de anclaje y más flexible cuando se une a los dientes que hay que extruir. Un arco flexible continuo (v. fig. 18-15) produce la extrusión deseada, pero hay que utilizarlo con cuidado debido a que tiende a inclinar los dientes adyacentes hacia el diente que hay que extruir, disminuyendo el espacio para la restauración posterior y alterando los contactos interproximales en la arcada (fig. 18-16, A). Una manera de obtener un mejor control es mediante el uso de un resorte flexible en extensión para extruir un diente (v. fig. 18-16, B) o un alambre de estabilización rígido y un módulo o resorte elastomérico auxiliar para la extrusión (v. fig. 18-16, C).

En los casos no complicados pueden emplearse dos métodos de extrusión. El primero emplea un alambre de estabilización de acero inoxidable de 19×25 o 21×25 adherido directamente a la superficie vestibular de los dientes adyacentes (fig. 18-17). Se coloca un perno-muñón con una corona provisional en el diente que se va a extruir y se utiliza un módulo elastomérico para extruir el diente. Este aparato es simple y proporciona un control excelente de los dientes de anclaje; a pesar de ello, se obtiene un control mejor con el uso de brackets de ortodoncia.

La alternativa es cementar los brackets a los dientes de anclaje, adherir un anclaje (generalmente un botón más que un bracket) al diente que hay que extruir y utilizar elásticos interarcada (fig. 18-18) o un arco de alambre flexible (fig. 18-19). Si la superficie vestibular del diente que se va a extruir está intacta, debería unirse un bracket lo más gingivalmente posible.

Si la corona de un diente posterior está completamente destruida y no puede restaurarse, suele colocarse una banda con un bracket sobre la superficie radicular remanente. La ventaja de utilizar una banda de ortodoncia es que ayuda en los procedimientos de aislamiento durante el tratamiento endodóncico de urgencia. Una vez completado el tratamiento endodóncico, para el anclaje puede utilizarse un pin en el diente y, si se necesita estética, una corona provisional. Los dientes adyacentes se adhieren para servir como unidades de anclaje.

Cualquiera que sea la técnica utilizada para la extrusión controlada, hay que ver al paciente cada 1-2 semanas para suprimir posibles contactos oclusales que pudieran impedir la erupción

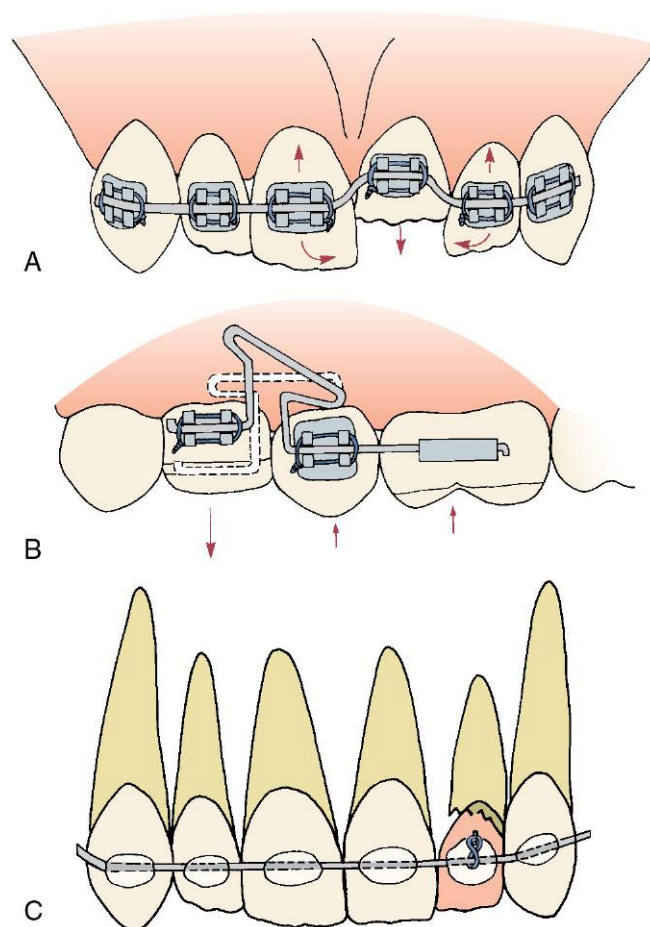


FIGURA 18-16 A. Aunque un alambre ortodóncico continuo activado tal como se muestra en la figura producirá la fuerza de extrusión deseada, también hará que los dientes situados a ambos lados se inclinen el uno hacia el otro, reduciendo el espacio disponible para el diente que se quiere extruir. B. Un bucle en T segmentario en un alambre rectangular (acero de 17×25 en brackets de ranura de 18, β -Ti de 19×25 en ranuras de 22) extruirá un diente y controlará al mismo tiempo la inclinación mesiodistal de los dientes de anclaje. C. Puede llevarse a cabo también la extrusión sin los anclajes ortodóncicos convencionales, adhiriendo un alambre de estabilización de acero de 19×25 directamente en la superficie vestibular de los dientes adyacentes. Se estira un módulo elastomérico entre el alambre de estabilización y un pin colocado directamente en la corona del diente que se va a extruir. Si se utiliza una corona provisional para conseguir una estética mejor mientras se está produciendo la extrusión, debe ser cortada progresivamente para hacer posible el movimiento del diente. (C por cortesía del Dr. L. Osterle.)

(p. ej., recortar la altura de una corona temporal) si es necesario (v. fig. 18-17), para controlar la inflamación y vigilar los progresos. Una vez completado el movimiento dental activo, se necesitan 3 semanas de estabilización como mínimo (pero nunca más de 6 semanas) para permitir que se reorganice el LPD. Si se necesita cirugía periodontal para remodelar el hueso alveolar y/o reubicar la encía, se puede llevar a cabo 1 mes después de haber completado la extrusión. Como en el caso del enderezamiento molar, lo mejor es completar el tratamiento protésico definitivo sin mucha demora.

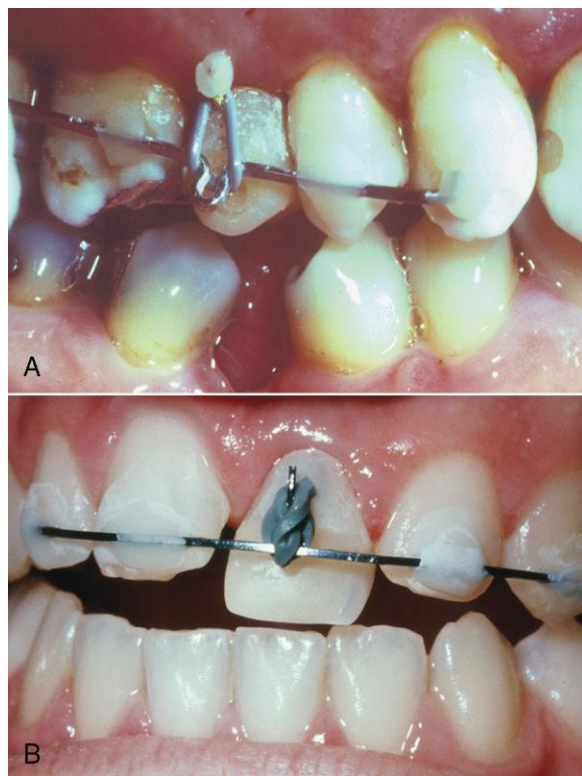


FIGURA 18-17 A. Para extrudir este premolar fracturado y poder realizar una restauración permanente satisfactoria se tendió un módulo elastomérico entre el alambre de estabilización y un pin colocado directamente en la corona del premolar. B. Se puede emplear esta misma técnica para extrudir un incisivo. Hay que rebajar a intervalos frecuentes la restauración provisional colocada en el diente durante su extrusión. (Por cortesía del Dr. L. Osterle.)

Alineación de los dientes anteriores

Cierre de diastemas y redistribución del espacio

La indicación principal para el tratamiento ortodóncico complementario para corregir dientes anteriores mal posicionados es la preparación para reconstrucciones, carillas o implantes para mejorar el aspecto de los incisivos maxilares. El problema más frecuente es el diastema intermaxilar, que se complica por las irregularidades en el espacio producidas por incisivos laterales pequeños o ausentes (fig. 18-20).

Un «montaje de predicción diagnóstico» es muy útil para planificar la corrección de estos problemas. Para llevarlo a cabo se duplican los modelos de estudio y se cortan del modelo los dientes que están mal alineados, reposicionándolos y volviendo a encerarlos sobre el modelo en una nueva posición. Si se dispone de modelos digitales, una nueva alternativa es hacerlo en la pantalla del ordenador (v. fig. 14-1), lo cual se convierte en un plan de tratamiento rutinario cuando se van a utilizar alineadores transparentes en tratamientos completos (v. más adelante). Esto permite evaluar si es factible hacer un tratamiento ortodóncico teniendo en cuenta los movimientos que van a necesitar la corona y la raíz, el anclaje disponible, el soporte periodontal para cada diente y las posibles interferencias oclusales.

Existen dos posibles técnicas ortodóncicas: aparatología fija parcial como se muestra en la figura 18-20, con brackets

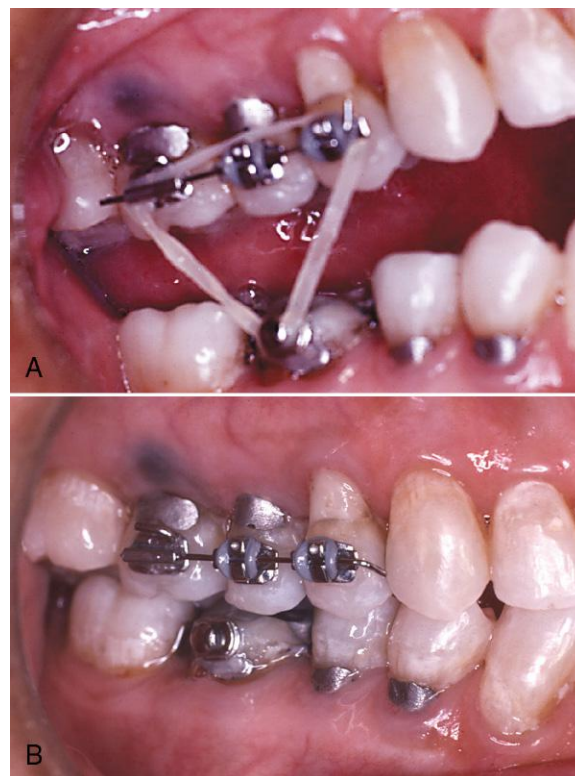


FIGURA 18-18 Esta mujer de 60 años sufrió la fractura de la superficie vestibular de un primer molar inferior por debajo del margen gingival. A. Se adhirieron y estabilizaron los premolares y primeros molares maxilares. Para extrudir el molar inferior se colocó un elástico unido a un botón cementado al primer molar inferior. B. Se expuso la línea de fractura y se pudo llevar a cabo una preparación coronaria satisfactoria.

cementados en la mayoría si no en todos los dientes superiores y un tubo adherido a los primeros molares para el control adicional del anclaje, o una secuencia de alineadores transparentes. Con la aparatología fija, la alineación inicial se lleva a cabo utilizando un alambre ligero como el de A-NiTi de 16 mil o de acero trenzado de 17,5 mil. Una vez alineados los dientes, este alambre se sustituye por un alambre redondo de acero de 16 o 18 mil a lo largo del cual se reposicionan los dientes utilizando módulos elastoméricos o muelles helicoidales. Existe siempre la tendencia a que el espacio vuelva a abrirse después de que se haya cerrado algo el diastema. Se recomienda adherir un alambre flexible en el lingual de los incisivos como retenedor semipermanente.

Una alternativa es el uso de una secuencia de alineadores transparentes, comercializados de dos maneras: 1) para movimientos dentales pequeños, pueden utilizarse alineadores fabricados recolocando los dientes en los modelos dentales y que pueden ser recontorneados por el dentista (v. fig. 10-11), y 2) para un movimiento dental más extenso puede emplearse un juego de 15-50 alineadores creados sobre modelos estereolitográficos fabricados a partir de modelos computarizados con el movimiento dental proyectado (Invisalign, Clear Correct y otros). En el tratamiento complementario, el primer método es potencialmente bastante útil. El segundo método, que se comenta más en detalle en la última parte de este capítulo (v. fig. 18-41), es casi prohibitivamente caro a no ser que se

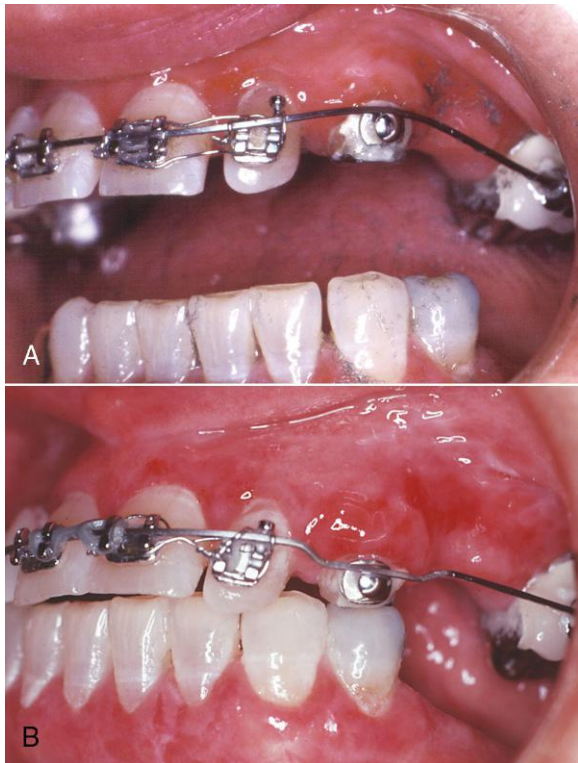


FIGURA 18-19 Un puente fijado al canino izquierdo superior falló debido a una caries bajo la corona del mismo. Tras el tratamiento endodóncico, se cementó un botón a una reconstrucción provisional de amalgama de la raíz, (A) se usó un arco de alambre continuo (β -Ti de 17×25) para extruir el diente y se eliminó cada semana una parte de la amalgama de la reconstrucción provisional. B. Para cuando se pudo colocar una restauración permanente ya se había eliminado toda la reconstrucción de amalgama y el diente se había alargado 5 mm.

planifique un tratamiento completo y cuando hay que cerrar espacios mediante movimiento radicular se necesita una gran cooperación por parte del paciente.

Incisivos apiñados, rotados y desplazados

Como regla, los diastemas son un problema cuando hay que realinear los incisivos superiores para facilitar otro tratamiento. El apiñamiento suele ser el problema cuando se planea alinear los incisivos inferiores, para proporcionar acceso a las restauraciones, para conseguir una oclusión mejor o para permitir a los pacientes que mantengan sus dientes. En algunos casos puede pensarse en la posibilidad de alinear los incisivos de ambas arcadas. La pregunta clave es si el apiñamiento debería resolverse expandiendo la arcada, quitando algo de esmalte interproximal de cada diente para proporcionar espacio⁸ o extrayendo un incisivo inferior.

Puede expandirse un segmento incisivo apiñado con alineadores transparentes, pero si solo se va a tratar la arcada inferior no se tiene en cuenta la estética del aparato y un aparato fijo parcial es más eficaz y rentable (fig. 18-21). Casi siempre, la mejor manera de alinear los dientes es con un segmento de A-NiTi con topes para hacer que avance ligeramente (v. fig. 14-8).

El desgaste de los puntos de contacto de los dientes para eliminar esmalte puede proporcionar espacio para alinear in-

cisivos inferiores ligeramente irregulares; el movimiento puede obtenerse con un aparato fijo o con un alineador transparente. No obstante, el movimiento debe realizarse con precaución porque puede tener un efecto indeseable en el resalte, la sobremordida, la intercuspidación posterior y la estética.⁹ En el apiñamiento grave puede obtenerse un resultado satisfactorio extrayendo un incisivo inferior y utilizando el espacio para alinear los otros tres incisivos. El proceso puede abordarse con un alineador transparente si los brackets cementados forman parte del plan de tratamiento (fig. 18-22). El tiempo y la dificultad del tratamiento, independientemente del tipo de aparato, lo colocan al borde del tratamiento completo. No pueden llevarse a cabo ni el desgaste ni la extracción de los incisivos sin un montaje diagnóstico para verificar que pueden realizarse.

Ha de recordarse que las fibras gingivales estiradas son una fuerza potente para la recidiva una vez corregida la rotación, y la estabilidad a largo plazo puede requerir una fibrotomía (v. capítulo 16). Utilizando tanto alineadores transparentes como un aparato fijo, es necesaria la retención hasta que se complete el tratamiento restaurador u otro tipo de tratamiento, que puede ser el alineador final en una secuencia (aunque puede ser demasiado flexible para ser un buen retenedor), un retenedor termoplástico modelado después de haber retirado un aparato fijo, un retenedor de clip de canino a canino o un retenedor fijo adherido.¹⁰

TRATAMIENTO COMPLETO EN ADULTOS

Consideraciones psicológicas

Una motivación importante para el tratamiento ortodóncico de los pacientes jóvenes es el deseo de los padres de hacer lo mejor por sus hijos. El niño o adolescente típico acepta la ortodoncia de una manera tan pasiva como acepta ir al colegio, al campamento de verano y a la fiesta de fin de curso (como parte de los acontecimientos en los que tiene que estar presente a medida que crece). Por supuesto que en ocasiones sucede que un adolescente se resiste mucho al tratamiento ortodóncico y ello puede afectar mucho a todos los implicados en el tratamiento. A pesar de ello, en la mayoría de los casos los chicos no tienden a implicarse emocionalmente en su tratamiento.

Por el contrario, los adultos, tanto jóvenes como mayores, buscan un tratamiento ortodóncico completo porque ellos mismos lo quieren. Para el grupo más joven, que está intentando mejorar su suerte en la vida, no siempre se expresa claramente lo que se quiere exactamente y, de hecho, algunos adultos jóvenes tienen muchas motivaciones ocultas. Es importante ahondar en la razón por la que un individuo demanda tratamiento y por qué ahora y no en otro momento, para evitar plantear una situación en la que las expectativas del paciente con respecto al tratamiento no puedan cumplirse. En ocasiones, el tratamiento ortodóncico es considerado el último esfuerzo para mejorar el aspecto personal y permitir al paciente enfrentarse a una serie de problemas sociales complicados. El tratamiento ortodóncico no arregla relaciones personales, ni permite conservar trabajos ni superar reveses financieros. Si el posible paciente tiene expectativas no realistas de este tipo, es mucho mejor enfrentarse a ellas lo antes posible.



FIGURA 18-20 Si el diastema entre los incisivos maxilares está relacionado con dientes pequeños y una discrepancia en el tamaño de los dientes, las reconstrucciones son una solución excelente, pero conseguir una estética satisfactoria puede requerir la redistribución del espacio antes de colocar las restauraciones, como sucedió con este paciente preocupado por su gran diastema central. **A y B.** Antes del tratamiento, 48 años. **C y D.** Redistribución del espacio utilizando un aparato fijo con resortes helicoidales en un arco de acero de 16 mil, inmediatamente antes de retirar el aparato de ortodoncia y colocar las restauraciones (hecho el mismo día). Para la alineación inicial, se utilizó un alambre de acero con varias hebras de 17,5 mil antes de colocar los resortes helicoidales. **E y F.** Restauraciones terminadas (reconstrucciones de composite). **G.** Obsérvese el retenedor fijo de alambre trenzado de 21,5 mil en la parte lingual de los incisivos centrales para impedir la reapertura parcial del espacio en la línea media. No se realizó una revisión quirúrgica del frenillo, en parte en deferencia a la edad del paciente. **H.** Aspecto de la sonrisa antes y **(I)** después del tratamiento.

Por suerte, la mayoría de los adultos de ambos grupos (joven y adulto) comprenden por qué quieren ser sometidos a tratamiento ortodóncico y son realistas con respecto a lo que pueden obtener de él. Podría esperarse que los que buscan tratamiento son más inseguros y están menos asentados que el adulto medio, pero en la mayoría de los casos tienen una autoimagen más positiva que la media.¹¹ Aparentemente, que un adulto demande tratamiento ortodóncico parece implicar que su ego es muy elevado y, de hecho, es un ego fuerte más que uno débil lo que caracteriza a la mayoría de los pacientes adultos potenciales. Un paciente

que busca tratamiento principalmente porque lo desea (motivación interna) tiende a responder mejor psicológicamente que un paciente cuya motivación es la insistencia de otros o el impacto esperado del tratamiento en otros (motivación externa). La motivación externa suele ir acompañada de un mayor impacto del problema ortodóncico en la personalidad (fig. 18-23). Este paciente tiende a tener un conjunto complejo de expectativas no reconocidas para el tratamiento.

Una manera de identificar a la minoría de los individuos que podrían presentar problemas debido a sus expectativas no



FIGURA 18-21 En un adulto con un incisivo inferior dañado (en este caso, el incisivo central izquierdo con una fractura de la corona) y apiñamiento de los incisivos, existen dos tratamientos posibles: extraer el diente dañado y aprovechar el espacio para alinear los demás dientes, o alinear los dientes expandiendo la arcada y restaurar el diente dañado. En la decisión influyen factores estéticos, ya que los incisivos quedan a la vista cuando las personas mayores sonríen. En esta paciente, alinear los incisivos inferiores sin extracciones requeriría también alinear los incisivos superiores, pero esta expansión aumentaría el soporte del labio y mejoraría tanto el aspecto facial global como el aspecto dental. **A.** Sonrisa antes del tratamiento, después de la pérdida de un ángulo del incisivo central inferior derecho. **B.** Vista oclusal mandibular. **C.** Vista frontal. Obsérvese la mordida profunda moderada y la ausencia de resalte. El odontólogo restaurador realizó una consulta ortodóncica, pensando que la extracción del diente dañado sería lo mejor. La paciente quería el mejor resultado estético y aceptó un período de tratamiento con un aparato fijo en las dos arcadas, tras el cual se restauraría el incisivo. La alineación ortodóncica se llevó a cabo en 5 meses. **D.** Vista oclusal mandibular después de la alineación. **E.** Vista frontal. **F.** Sonrisa una vez terminada la restauración.



FIGURA 18-22 Esta paciente de 24 años tenía un incisivo lateral derecho mandibular ausente congénitamente y un incisivo deciduo retenido, pero cuya erupción había fallado. **A.** Vista frontal. **B.** Vista oclusal maxilar. Obsérvese la rotación del canino maxilar derecho. **C.** Vista oclusal mandibular. El plan de tratamiento era la extracción del incisivo temporal y el cierre del espacio de extracción utilizando alineadores Invisalign y anclajes cementados para producir la rotación y el movimiento radicular necesarios. Antes de empezar el tratamiento se desgastaron con microabrasión los cuadrantes posteriores maxilares para disminuir la discrepancia en el tamaño de los dientes. **D.** Pueden observarse los anclajes adheridos difíciles de ver en los incisivos y el canino maxilares derechos, así como en el incisivo central y el canino derecho mandibular. El plan inicial consistía en 13 alineadores superiores y 15 inferiores, más 3 alineadores de sobrecorrección. **E y F.** Después de ocho alineadores se observó que el canino maxilar derecho no se movía y fue necesario utilizar un elástico en un anclaje adherido adicional junto con el alineador para rotarlo más. Se tomaron nuevos registros y se fabricaron cuatro alineadores superiores y cinco inferiores, junto con tres alineadores de revisión y sobrecorrección. **G-I.** Finalización del tratamiento. Se utilizó un retenedor mandibular cementado de canino a canino y se utilizó el alineador maxilar final como retenedor maxilar por las noches. **J.** Radiografía panorámica al terminar el tratamiento. El tiempo total de tratamiento fue de 19 meses (incluidos los 2 meses de revisión de los alineadores). (Por cortesía del Dr. W. Gierle.)

realistas consiste en comparar la percepción que tiene el paciente de su estado ortodóncico con la evaluación del doctor. Si el paciente piensa que el aspecto o la función de los dientes están creando un problema grave (a pesar de que una evaluación objetiva no lo corrobora) el tratamiento ortodóncico debería realizarse con precaución.

Hasta los pacientes más motivados tienden a preocuparse por el aspecto de los aparatos de ortodoncia. La demanda de un aparato de ortodoncia invisible procede casi siempre de adultos que están preocupados por la reacción de otros al tratamiento ortodóncico. En una época anterior, se trataba de una razón fundamental para utilizar aparatos de quita y pon, en concreto el aparato de Crozat en EE. UU.

El problema radica en que todas las posibilidades de un aparato más estético comprometen el tratamiento ortodóncico. Los brackets plásticos crean problemas a la hora de controlar la posición de las raíces y cerrar espacios. Los brackets cerámicos son mucho mejores, pero hacen el tratamiento más difícil debido a los problemas señalados en el capítulo 11. Los aparatos linguales han mejorado mucho desde el inicio del siglo XXI y ahora pueden hacer posibles casi todos los movimientos dentales, pero aún le resulta difícil técnicamente al dentista utilizarlos eficazmente, y para los pacientes pueden ser difíciles de tolerar. Los alineadores transparentes realizan algunos movimientos dentales bastante bien (especialmente la inclinación), pero realizan otros con más dificultad (especialmente la intrusión,

la extrusión, la rotación y el posicionamiento radicular). Los pequeños anclajes unidos a dientes que requieren movimientos complejos ayudan a superar este problema de los alineadores (v. fig. 18-22).

No existe nada malo en utilizar el aparato más estético posible con un adulto, pero han de analizarse por anticipado los compromisos asociados a este método. No es realista que un paciente espere hacerse un tratamiento de ortodoncia sin que los demás se den cuenta. El tema de que se vean o no los aparatos de ortodoncia es mucho menos importante, al menos en EE. UU., de lo que los pacientes temen. El tratamiento ortodóncico en adultos es aceptado socialmente y nadie es discriminado por llevar brackets o arcos visibles. En un sentido, las expectativas del paciente se convierten en un tema relacionado con su autosatisfacción. Si el paciente se enfrenta a los demás con confianza, un aparato de ortodoncia visible no le va a suponer ningún problema. Pero si el paciente actúa de forma avergonzada o a la defensiva, entonces la reacción de los demás sí puede ser negativa.

La pregunta de si una clínica de ortodoncia debería tener gabinetes para tratar a adultos separados de los de los adolescentes, que son el número mayoritario de la práctica ortodóncica, está relacionada con esas mismas actitudes negativas. La mayoría de los tratamientos ortodóncicos completos para adolescentes se llevan a cabo en zonas abiertas, no solo porque son más eficaces, sino también porque tener pacientes que observen lo que se les hace a otros es una influencia positiva en la adaptación del paciente al tratamiento. ¿Se debe tratar a los adultos en clínicas aisladas en lugar de unirlos al grupo de área de tratamiento abierto? Esto es lógico si el adulto está muy preocupado por la privacidad (esto es más cierto entre los europeos que entre los americanos), o vagamente avergonzado de ser un paciente de ortodoncia. En ocasiones, es preferible tratar a pacientes adultos en un área privada pero, para la mayoría de los adultos, aprender a interactuar con otros pacientes les ayuda a comprender y tolerar el tratamiento. Tener a pacientes en diferentes fases del tratamiento comparando sus experiencias presenta muchas ventajas, y es tan beneficioso para los adultos como para los niños.

A pesar de que los adultos puedan ser tratados en la misma zona que los adolescentes, no pueden ser tratados exactamente de la misma manera. No suele encontrarse en el paciente adulto esa aceptación pasiva típica del adolescente de lo que se le va a hacer. El adulto suele pedir más explicaciones de lo que le sucede y del porqué. Un adulto se interesa en el tratamiento, pero ello no se traduce automáticamente en el cumplimiento de las instrucciones. A menos que los adultos comprendan por qué se les pide hacer varias cosas, pueden elegir no hacerlas, no de una forma pasiva como los adolescentes (encogiéndose de hombros) sino con la decisión activa de no hacerlo. Además, los adultos por lo general toleran peor las incomodidades y tienden a quejarse más del dolor después de los ajustes y de las dificultades para hablar, comer y la adaptación tisular. Ha de contarse con un tiempo extra en el gabinete para tratar estas demandas.

Estas circunstancias pueden presentar al adulto como un paciente ortodóncico menos deseable que el adolescente, pero esto no es así necesariamente debido a que puede ser más interesante y estimulante trabajar con individuos que están muy interesados en su propio tratamiento y que están muy motivados para cuidar de sus dientes que con adolescentes menos implicados. Si las expectativas del doctor y del paciente son realistas, el tratamiento completo del paciente puede ser una experiencia muy gratificante para él y para el ortodoncista.



FIGURA 18-23 La deformidad dentofacial puede afectar a la adaptación vital de un individuo. Por suerte, la mayoría de los pacientes ortodóncicos adultos potenciales se encuadran dentro de la categoría psicológica «sin problemas». Existe un número pequeño de individuos con mucho éxito (a pesar de lo cual pueden demandar tratamiento) de los que se podría pensar que casi compensan su deformidad con su personalidad excepcional, pero tienden a ser muy amables, y resulta muy agradable trabajar con ellos. Sin embargo, para algunos individuos el estado ortodóncico puede ser el foco de un gran número de problemas de adaptación social que la ortodoncia de manera aislada no puede resolver. Estos pacientes caen dentro de las categorías «personalidad inadecuada» y «personalidad patológica», a los que resulta difícil y casi imposible, respectivamente, ayudar. Es importante, al realizar el diagnóstico ortodóncico del adulto, comprender dónde, dentro de este amplio espectro, se encuentra el paciente.

Trastornos temporomandibulares como razón para el tratamiento ortodóncico

El dolor y la disfunción temporomandibular (síntomas de trastornos temporomandibulares [TTM]) se encuentran raramente en niños que demandan tratamiento ortodóncico, pero los TTM son una motivación significativa para algunos adultos que están considerando someterse a un tratamiento de ortodoncia.¹² La relación entre la oclusión dental y los TTM es muy controvertida y es importante analizarla objetivamente.¹³ El tratamiento de ortodoncia puede ayudar en ocasiones a los pacientes con TTM, pero no puede utilizarse para corregirlos.¹⁴ Los pacientes han de comprender lo que les podría suceder a sus síntomas durante y después de la ortodoncia.

Tipos de problemas

Los problemas de disfunción temporomandibular (DTM) se clasifican en cuatro grupos importantes: trastornos de los músculos de la masticación, trastornos de la articulación temporomandibular (ATM), hipomovilidad mandibular crónica y alteraciones del crecimiento.¹⁵ Desde la perspectiva del posible tratamiento ortodóncico para los adultos, es especialmente importante diferenciar entre los dos primeros grupos (fig. 18-24). El espasmo muscular y la patología articular pueden coexistir, por lo que en muchos casos resulta muy difícil establecer una distinción. No obstante, es muy improbable que la ortodoncia alivie los síntomas de DTM de un paciente que tenga problemas articulares internos u otras causas no musculares de dolor. Por otra parte, los pacientes con disfunción/dolor mioaponeurótico pueden beneficiarse de una mejora de la oclusión dental.

Casi todo el mundo desarrolla síntomas de enfermedad articular degenerativa al hacerse mayor y no es sorprendente que las ATM se vean afectadas (fig. 18-25). La afección artrítica de las ATM suele ser la causa de los síntomas de los TTM en pacientes que presentan cambios artríticos en otras articulaciones del cuerpo. Debe esperarse una mezcla de espasmo muscular y dolor muscular en individuos cuyos únicos síntomas se encuentran en la zona de la ATM, incluso si las radiografías muestran una degeneración artrítica moderada de la articulación.

El desplazamiento o luxación discal (fig. 18-26) puede deberse a varias razones. Una posibilidad es el trauma de la articulación, de manera que los ligamentos que se oponen a la acción del músculo pterigoideo lateral se estiran o desgarran, en cuyo caso la contracción muscular mueve el disco hacia delante a medida que los cóndilos se trasladan hacia delante en una apertura amplia, pero los ligamentos no restauran el disco a su posición adecuada al cerrar la mandíbula. El resultado es un clic de apertura y cierre ya que el disco salta sobre la cabeza del cóndilo para volver a su posición cuando el paciente abre la boca, pero se desplaza hacia delante cuando el paciente la cierra.

Pueden corregirse el clic y los síntomas asociados a él utilizando una férula oclusal para evitar que el paciente cierre más allá del punto en que se produce el desplazamiento. El alivio del dolor resultante lleva al dentista y al paciente a buscar un tratamiento restaurador u ortodóncico que aumente la dimensión vertical facial. A pesar de ello, la elongación ortodóncica de todos los dientes posteriores para controlar el desplazamiento discal no es un procedimiento que deba realizarse a la ligera. A menudo, el paciente cuyos síntomas se controlan con una férula puede tolerar su reducción o remoción, sin necesidad de más cambios oclusales. Como regla general, existen maneras mejores de controlar el desplazamiento discal que el tratamiento ortodóncico.

El dolor miofascial aparece cuando los músculos están muy fatigados y tienden a llegar al espasmo. Durante la masticación normal es difícil sobrecargar los músculos de la articulación hasta este grado. Para producir dolor miofascial, el paciente debe apretar o rechinar los dientes durante muchas horas al día, presumiblemente como respuesta al estrés. Se observan grandes variaciones en la manera en que los pacientes responden al estrés, tanto en los sistemas del organismo que sienten la tensión (muchos problemas, además de los TTM, están relacionados con el estrés) y en la cantidad de estrés que puede tolerarse antes de que aparezcan los síntomas (los individuos tensos desarrollan síntomas relacionados con la tensión antes de que lo hagan los que están relajados). Por esta razón, es imposible decir que las discrepancias oclusales de cualquier grado lleven a síntomas de TTM.

Es posible demostrar que algunos tipos de discrepancias oclusales predispongan a los pacientes que rechinan o aprietan sus dientes al desarrollo de síntomas de TTM. Por el contrario, debe recordarse que son necesarios dos factores para producir dolor miofascial: una discrepancia oclusal y un paciente que aprieta o rechina sus dientes. Quizás el argumento principal contra la maloclusión como causa fundamental de los TTM es la observación de que estos son más prevalentes en pacientes con una maloclusión grave que en la población general.¹⁶ La frase «deja a tus dientes solos» resolvería los problemas miofasciales si pudiera ser seguido por los pacientes.

Indicaciones del tratamiento

Desde este punto de vista, pueden considerarse tres amplios métodos de tratamiento para los síntomas del dolor miofascial: reducir la cantidad de estrés, reducir la reacción del paciente al estrés o mejorar la oclusión, dificultando así que el paciente se lesione. Es lógico modificar drásticamente la oclusión, mediante procedimientos restauradores y ortodóncicos, solo si han fallado los tratamientos menos invasivos de control del estrés. En estos casos merece la pena intentar modificar la oclusión con

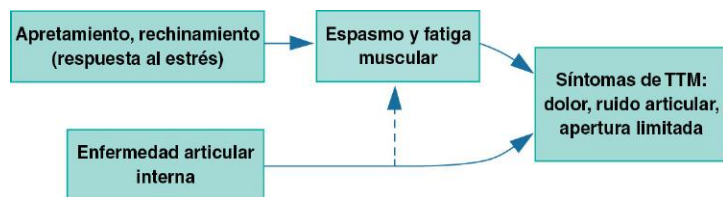


FIGURA 18-24 Los síntomas de los trastornos temporomandibulares (TTM) aparecen debido a dos causas fundamentales: espasmo y fatiga muscular, que casi siempre están relacionados con el apretamiento y rechinar excesivos en respuesta al estrés y, por otra parte, a una enfermedad articular interna. Como regla general, a los pacientes con síntomas de espasmo y fatiga muscular les puede ayudar el tratamiento ortodóncico, pero antes deben intentarse métodos más sencillos. La ortodoncia aislada no es muy útil con pacientes que presentan una enfermedad articular interna.

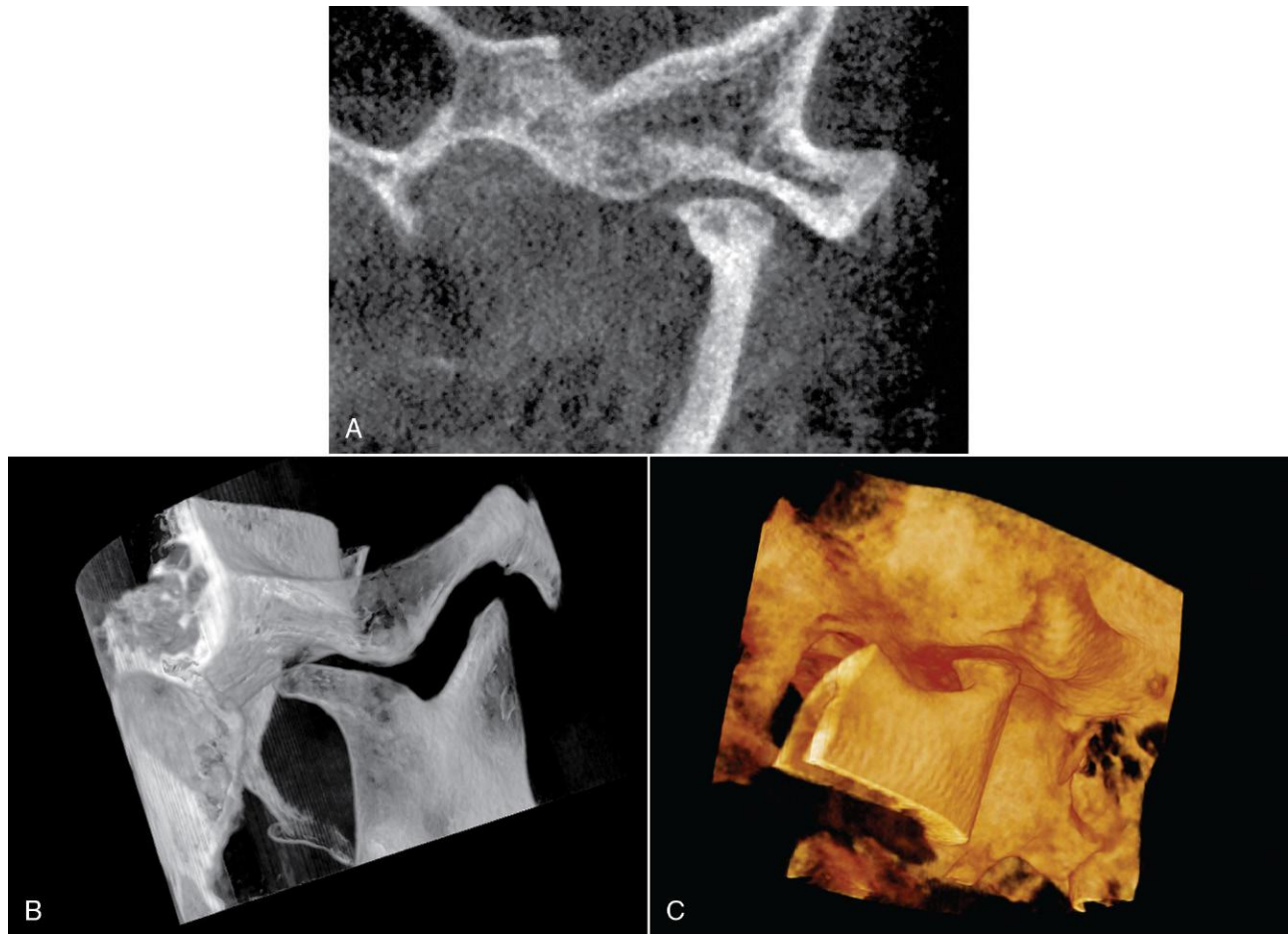


FIGURA 18-25 Tres imágenes radiológicas de la degeneración artrítica de un cóndilo mandibular izquierdo, correspondientes a un estudio de TCHC. Obsérvese el aplanamiento de la cabeza condilar y el labio formado en la parte posterior, que pueden visualizarse en una imagen similar a la que se observa en una radiografía panorámica (**A**), pero que se ven más claramente en las imágenes que muestran la región condilar (**B** y **C**). Gracias a la TCHC, es posible rotar el campo de visión a voluntad.

ortodoncia de manera que el paciente pueda tolerar mejor la actividad parafuncional. En algunos casos puede ser necesaria la cirugía ortognática para reposicionar los maxilares.

Puede sorprender la cantidad de síntomas de TTM que desaparecen en muchos adultos cuando se empieza un tratamiento ortodóncico completo, lo cual agrada a los que no comprenden la etiología del dolor miofascial. La intervención ortodóncica puede parecer casi mágica en el sentido de que los síntomas de los TTM desaparecen mucho antes de que se hayan corregido las relaciones oclusales. La explicación es sencilla: el tratamiento ortodóncico hace que los dientes duelan y el apretamiento o el rechinar de estos dientes sensibles como medio para controlar el estrés ya no produce la misma gratificación subconsciente que previamente, se detiene la parafunción y los síntomas desaparecen. Las relaciones oclusales cambiantes contribuyen también a romper los hábitos que participan en la fatiga muscular y el dolor. Los mismos beneficios se producen con la cirugía ortognática independientemente del tipo de tratamiento ortodóncico, los síntomas parecen no estar presentes cuando se está moviendo un número significativo de dientes, ya que se evita un tratamiento que produzca contactos muy fuertes. Los

adultos que han tenido problemas de TTM pueden no tolerar bien el uso prolongado de elásticos de clase II o clase III, por lo que deben evitarse (por esta misma razón, no han de utilizarse elásticos de manera prolongada en la mayoría de los pacientes adultos).

El momento de la verdad para los pacientes con TTM que han sido tratados ortodóncicamente se presenta poco después de haber terminado la ortodoncia, cuando el apretamiento y rechinar que causaron el problema tienden a volver a aparecer. En este punto, incluso habiendo mejorado mucho las relaciones oclusales, podría ser casi imposible evitar que el paciente moviera la mandíbula a posiciones extremas y ejerciera actividades parafuncionales que le produjeran dolor. En estos casos, el uso de férulas interoclusales puede ser la única manera de evitar que recidiven los síntomas, lo cual se debe a que la cura milagrosa que suele producir el tratamiento ortodóncico para el dolor miofascial tiende a desaparecer al retirar los brackets. Los que tuvieron síntomas en el pasado pueden volver a tenerlos.

En ocasiones, el tratamiento ortodóncico se hace más complicado a causa del tratamiento previo con férulas para los

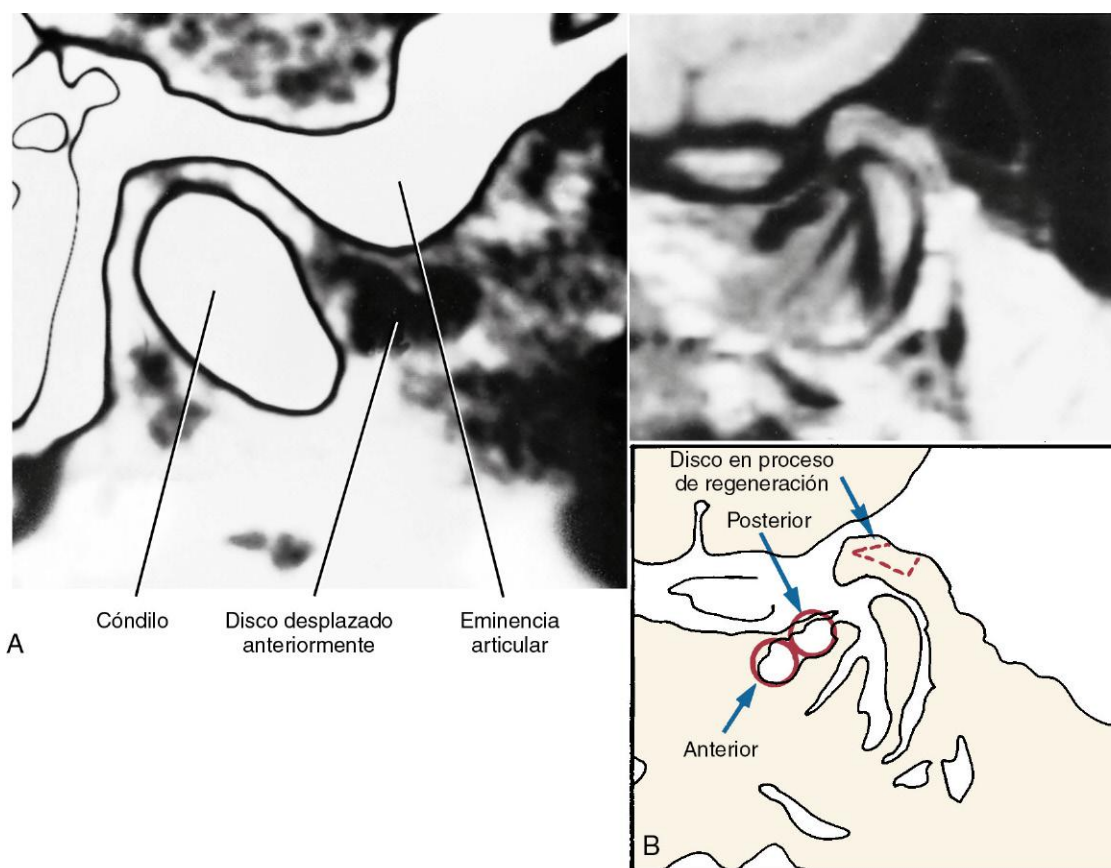


FIGURA 18-26 A. Tomografía computarizada (TC) de un disco mandibular desplazado, que puede visualizarse (como una zona más oscura) por delante del cóndilo. B. Resonancia magnética (RM) de un disco desplazado. En el diagrama adjunto se han señalado las bandas anterior y posterior. En esta imagen se aprecian signos de regeneración discal, tal como indica la línea de puntos. La RM prácticamente ha desbancado a las radiografías en el diagnóstico del desplazamiento discal, ya que permite visualizar mejor los tejidos blandos y no requiere radiaciones ionizantes, mientras que para visualizar los cambios óseos es preferible utilizar la TC de haz cónico (TCHC).

problemas de TTM. Si una férula oclusal para síntomas de TTM cubre los dientes posteriores pero no los anteriores, estos últimos empiezan a erupcionar de nuevo y pueden volver a ocluir a pesar de que los dientes posteriores estén aún separados (fig. 18-27). Desde el punto de vista clínico, puede parecer que los dientes posteriores se han intruido, pero la erupción de los incisivos contribuye mucho al desarrollo de mordida abierta posterior. En solo unos meses, el paciente puede terminar en una situación en la que ya no puede dejar de utilizar la férula. En ese momento, las únicas posibilidades de tratamiento son la elongación de los dientes posteriores (con coronas o extrusión ortodóncica) o la intrusión de los dientes anteriores.

Es difícil intervenir ortodóncicamente en esta fase debido a que pueden desarrollarse síntomas de TTM inmediatamente después de quitar la férula y a que no es posible elongar los dientes posteriores ortodóncicamente sin retirar o cortar la férula. Pueden utilizarse anclajes ortodóncicos en los dientes posteriores y elásticos verticales ligeros en los segmentos posteriores para volver a traer a oclusión los dientes posteriores (fig. 18-28), si el paciente puede tolerar este tratamiento. Suele producirse una ligera reintrusión de los dientes anteriores elongados, pero se mantiene el aumento de la altura facial. De

esta manera puede conseguirse un aumento permanente de la dimensión vertical para controlar el desplazamiento discal, pero el tratamiento debe llevarse a cabo de una manera muy cuidadosa.

Consideraciones periodontales

Durante el tratamiento ortodóncico en niños, los problemas periodontales no suelen ser una preocupación fundamental debido a que la enfermedad periodontal no aparece, por lo general, en una edad temprana y a que la resistencia tisular es mayor en pacientes jóvenes. Por las mismas razones, las consideraciones periodontales se hacen más importantes a medida que el paciente se hace mayor, independientemente de si los problemas periodontales motivaron el tratamiento ortodóncico.

La figura 18-29 muestra la prevalencia de enfermedad periodontal en función de la edad en un grupo grande de pacientes ortodóncicos potenciales con una maloclusión grave. Obsérvese que en los últimos años de la treintena y de ahí en adelante existe una relación casi lineal entre la edad y la presencia de bolsas periodontales (definido aquí como la presencia de bolsas de 5 mm o más). En contraste, la presencia

de problemas mucogingivales alcanza su pico en la veintena. Las consideraciones que han de tenerse en cuenta para tratar al grupo de adultos jóvenes son que los pacientes de más de 35 años tienen problemas periodontales que podrían afectar al tratamiento ortodóncico y que también es importante evaluar el estado mucogingival.



FIGURA 18-27 Relaciones oclusales en una mujer de 24 años que había llevado una férula que le cubría solo los dientes posteriores durante los 18 meses anteriores. Obsérvese la mordida abierta posterior que se apreció al retirar la férula y que se produjo por una combinación de intrusión de los dientes posteriores y erupción tardía de los dientes anteriores. Había sido imposible interrumpir el uso de la férula.

La enfermedad periodontal no es un proceso degenerativo progresivo, continuo y uniforme, sino que se caracteriza por episodios de brotes agudos en algunas zonas de la boca, no todas, seguidos de períodos de quiescencia. Resulta entonces obvia la importancia de identificar a los pacientes de alto riesgo y los sitios de alto riesgo. El mejor indicador de la posible existencia de una enfermedad es un antecedente de la misma. Actualmente, el sangrado persistente al sondear con cuidado es el mejor indicador de enfermedad activa y presumiblemente progresiva; por eso es tan importante que el ortodoncista sonde con mucho cuidado durante una exploración clínica ortodóncica. Actualmente, los nuevos métodos de diagnóstico que utilizan los periodontólogos para evaluar la placa subgingival y el líquido sulcular para detectar la presencia de bacterias indicadoras, enzimas u otros mediadores químicos tienen una gran utilidad clínica y pueden utilizarse en pacientes

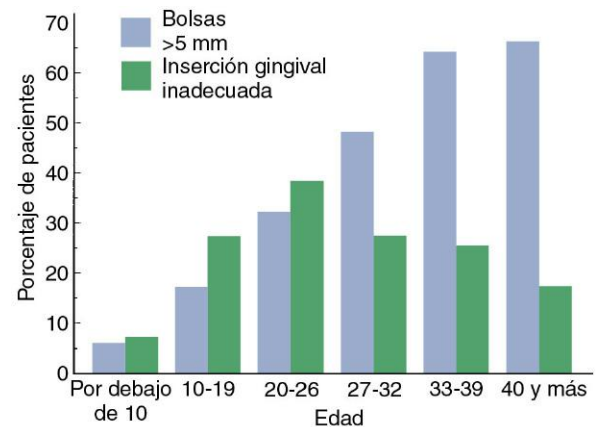


FIGURA 18-29 Prevalencia de bolsas periodontales de 5 mm o más y una inserción gingival inadecuada en función de la edad en 1.000 pacientes consecutivos con problemas ortodóncicos graves que fueron remitidos para un posible tratamiento ortodóncico-quirúrgico. (Reproducido a partir de Morarity JD, Simpson DM. J Dent Res 63:[Special Issue A, #1249], 1984.)

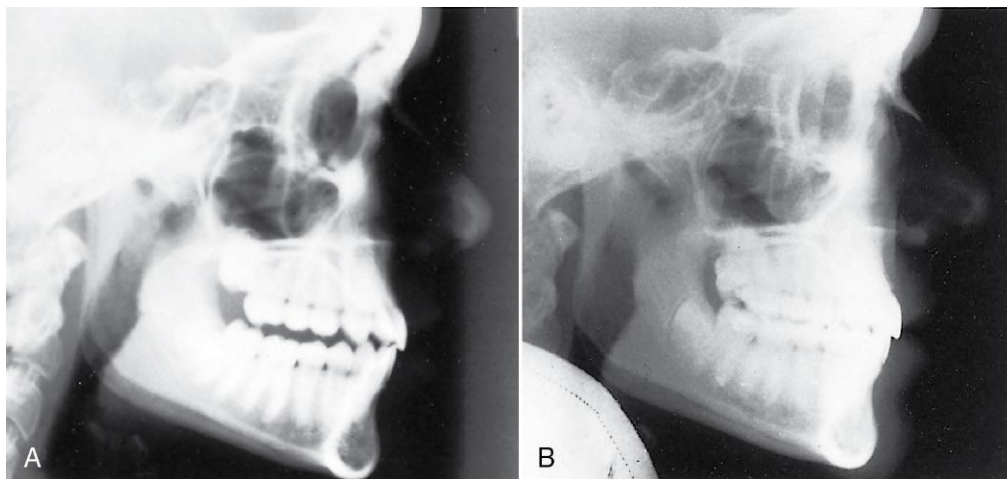


FIGURA 18-28 Cefalometrías de la paciente mostrada en la figura 18-27. A. Antes y (B) después del tratamiento ortodóncico para extruir los dientes posteriores y llevarlos de nuevo a oclusión.

ortodóncicos potenciales derivados para una evaluación adicional. Parece que existen en la población al menos tres grupos de riesgo de progresión de pérdida ósea periodontal: aquellos con una progresión muy rápida (aproximadamente el 10%), aquellos con una progresión moderada (el grupo mayoritario, aproximadamente el 80%) y aquellos sin progresión (aproximadamente el 10%).¹⁷

No existen contraindicaciones para tratar a adultos que tienen enfermedad periodontal y pérdida ósea, siempre que la enfermedad se encuentre bajo control (fig. 18-30). Pero sí debe preverse la progresión de una destrucción periodontal no tratada, por lo que hay que prestar una atención prioritaria al estado periodontal a la hora de planificar y realizar el tratamiento ortodóncico en adultos.

Tratamiento de pacientes con afectación periodontal mínima

Cualquier paciente que esté siendo tratado ortodóncicamente debe cuidarse los dientes concienzudamente, pero esto es incluso más importante en los pacientes adultos. La placa bacteriana es el principal factor etiológico de la enfermedad periodontal y su efecto viene determinado sobre todo por la respuesta del huésped. Los aparatos ortodóncicos hacen, al mismo tiempo, que sea más difícil y más importante mantener la higiene oral. En niños y adolescentes, incluso si se desarrolla gingivitis en respuesta a la presencia de aparatos de ortodoncia, casi nunca llega a periodontitis. Esto no puede garantizarse en adultos, independientemente de su estado periodontal inicial.

La valoración periodontal de un paciente ortodóncico adulto potencial debe incluir no solo la respuesta al sondaje, sino también el nivel y estado de la encía insertada. El movimiento a labial de los incisivos de algunos pacientes puede llevar a recesión gingival y pérdida de inserción. El riesgo es mayor cuando se alinean dientes irregulares expandiendo las arcadas.

El concepto actual es que la recesión gingival se produce secundariamente a una dehiscencia de hueso alveolar cuando los tejidos que lo cubren están en tensión. El estrés puede deberse a diversas razones; las más frecuentes son el trauma por el cepillado, la inflamación inducida por la placa o el estiramiento y adelgazamiento de la encía que podrían deberse al movimiento de los dientes a labial. Cuando ha empezado la recesión, puede progresar rápidamente, especialmente si hay poca o ninguna encía queratinizada y la inserción solo es de mucosa alveolar.

Se pensó inicialmente que la anchura de la inserción gingival determinaba si se iba a producir recesión o no. El concepto actual es que son importantes dos características: la anchura de la encía insertada (no toda la encía queratinizada está insertada) y el espesor del tejido gingival. Como mejor se observa la anchura de la encía insertada es introduciendo una sonda periodontal y observando la distancia entre el punto en el que se encuentra la inserción gingival y el punto en el que empieza la mucosa alveolar. Los incisivos inferiores de pacientes con mentón prominente y la compensación en forma de inclinación lingual de estos dientes son un factor de riesgo para la recesión, siendo la razón posible el tejido gingival fino.



FIGURA 18-30 Para el tratamiento ortodóncico general de una paciente con enfermedad periodontal grave es necesario controlar primero el proceso activo y mantener dicho control. Pero una vez conseguido esto, es bastante posible realizar movimientos dentales importantes sin agravar el estado periodontal. **A.** Sonrisa inicial y **(B)** primer plano frontal inicial, que muestra los espacios que ha dejado en ambas arcadas la deriva de los dientes como consecuencia de sus graves problemas periodontales.

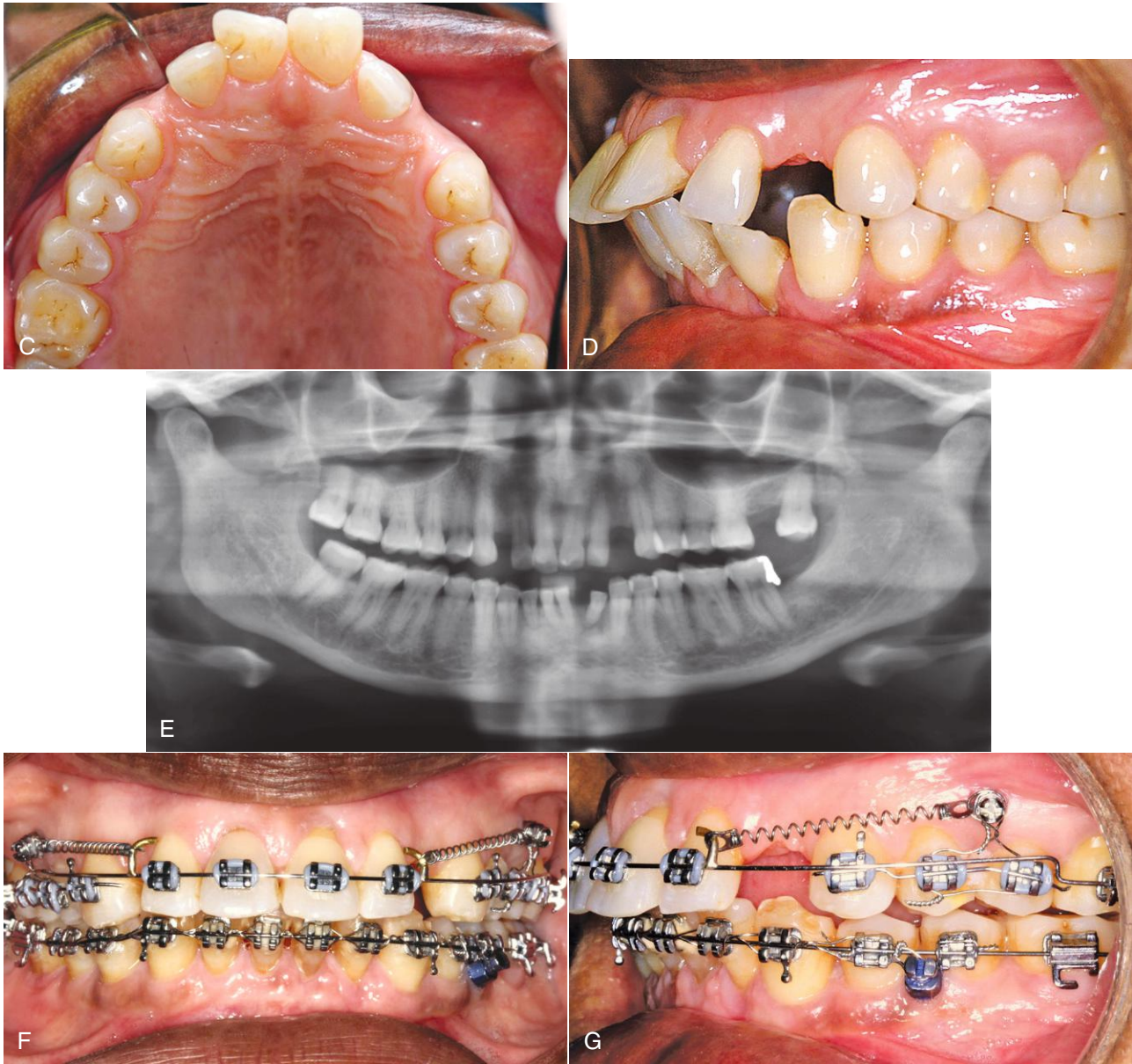


FIGURA 18-30 (cont.) C y D. Fotografías intraorales oclusal y lateral obtenidas antes de tratamiento. E. Radiografía panorámica inicial. La paciente tenía enfermedad periodontal generalizada moderadamente grave, con pérdida ósea localizada muy marcada. Después de conseguir controlar la enfermedad periodontal, la paciente buscó tratamiento para que le retrajeran sus incisivos prominentes y cerraran los espacios anteriores existentes en ambas arcadas. El plan consistía en utilizar anclaje esquelético (tornillos óseos alveolares) en ambas arcadas para retraer los incisivos, manteniendo al mismo tiempo una sobremordida normal. Se llegó a la conclusión de que el cierre del antiguo hueco dejado por la extracción del segundo molar superior izquierdo era más de lo que se podía hacer, incluso con anclaje esquelético, sin comprometer la simetría del segmento anterior. F y G. Para cerrar los espacios de ambas arcadas se emplearon muelles de A-NiTi y mecanismos deslizantes, y se colocaron tornillos entre los primeros y segundos premolares de ambas arcadas. Obsérvese la combinación de anclaje directo e indirecto en la arcada superior.

(Continúa)



FIGURA 18-30 (cont.) H. Fotografía oclusal del cierre de espacios con la ayuda de dispositivos de anclaje temporal en la arcada superior. I-K. A los 58 años de edad, después de completar el tratamiento ortodóncico, para el que se necesitaron 35 meses. Obsérvense las mejoras en la alineación dental y la oclusión, así como el mantenimiento de su salud periodontal.

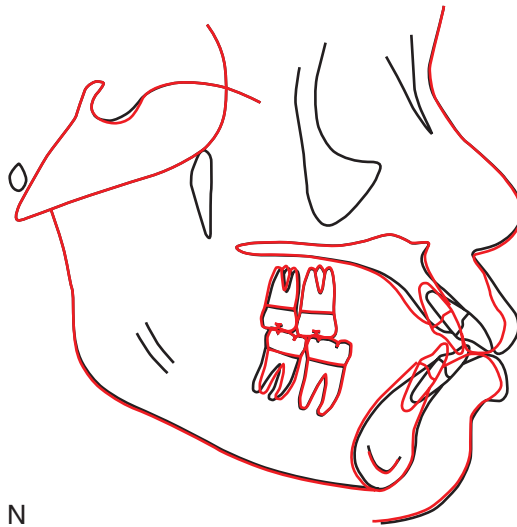
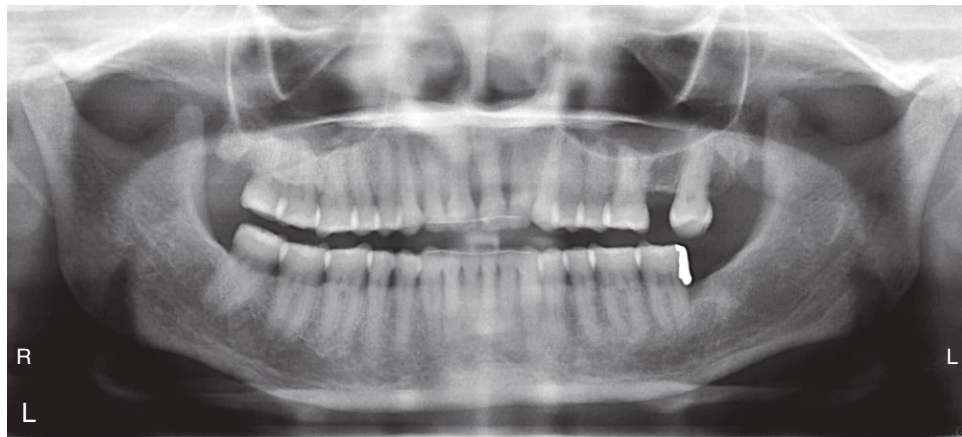


FIGURA 18-30 (cont.) **L.** Radiografía panorámica, obtenida después del tratamiento. **M.** Sonrisa después del tratamiento. **N.** Superposición cefalométrica en la que se aprecia una retracción importante de los incisivos, sin avance de los dientes posteriores. (Por cortesía del Dr. D. Grauer.)

Para los pacientes ortodóncicos adultos, es mucho mejor prevenir la recesión gingival que intentar corregirla después, por lo que debe considerarse preparar un injerto gingival (fig. 18-31) en adultos con encía insertada mínima o tejido fino, en particular aquellos en los que se realizará una expansión de la arcada para alinear los incisivos y en los que se realizará una cirugía mandibular de avance o una genioplastia (v. capítulo 19).

Afectación periodontal moderada

Antes de llevar a cabo un tratamiento ortodóncico en pacientes con problemas periodontales preexistentes, han de controlarse la enfermedad dental y periodontal. El tratamiento periodontal

preliminar puede incluir todos los aspectos del tratamiento periodontal. Es importante retirar todo el cálculo y otros irritantes de las bolsas periodontales antes de llevar a cabo cualquier movimiento, así como levantar colgajos quirúrgicos para exponer estas zonas y asegurar el mejor alisado posible. ¿Está indicada una lechada de injerto óseo como parte de una corticotomía (ortodoncia osteógena acelerada [OOA]) (v. fig. 8-16) para prevenir la dehiscencia ósea y la recesión gingival cuando se prevé expandir significativamente la arcada dental de un adulto? En estos momentos, carecemos de datos que nos indiquen el punto en el que esto podría marcar una diferencia significativa.



FIGURA 18-31 En adultos que van a recibir un tratamiento ortodóncico completo, es importante llevar a cabo un injerto gingival para crear una cantidad y espesor adecuados de encía insertada antes de empezar a mover los dientes con ortodoncia. **A.** Falta de encía insertada y tejido gingival fino en la región mandibular anterior de un paciente cuyos incisivos inferiores han de ser adelantados para alinearlos. Obsérvese la mucosa alveolar extendiéndose casi al margen gingival de todos los dientes anteriores. **B.** Preparación quirúrgica de un lecho para el injerto. **C.** Sitio del donante en el paladar para el injerto gingival. **D.** Injerto suturado en su sitio. **E.** Cicatrización 1 semana después, que muestra la incorporación de los injertos. **F.** Arco de alineación inicial colocado 3 meses después, con los injertos gingivales creando un contorno grueso de tejido gingival y una banda generosa de inserción. (Por cortesía del Dr. J. Morarity.)

Es mejor realizar los procedimientos terapéuticos para facilitar el mantenimiento a largo plazo del paciente, como el recontorneado óseo para reposicionar colgajos para compensar las zonas de recesión gingival, cuando ya se hayan establecido las relaciones oclusales finales. Antes del tratamiento ortodóncico completo ha de someterse al paciente a un período de observación después del tratamiento periodontal preliminar para asegurarse de que la enfermedad del paciente está siendo controlada adecuadamente y permitir la cicatrización después del tratamiento periodontal.

El control de la enfermedad requiere también el tratamiento endodóncico de dientes cuyas pulpas estén afectadas. No existen contraindicaciones al movimiento ortodóncico de dientes tratados endodóncicamente, puesto que el tratamiento de conductos antes de la ortodoncia no causará problemas. No obstante, intentar mover un diente afectado pulparmente puede provocar la reactivación de la pulpitis y del dolor.

La directriz general para el tratamiento restaurador preliminar es que deben colocarse restauraciones temporales para controlar la caries, dejando la obturación definitiva hasta que se haya terminado la fase ortodóncica del tratamiento. Pero no debe interpretarse el uso de una restauración provisional como un material de vida corta que va a durar solo unos meses. Actualmente, la resina compuesta es el material restaurador temporal preferido mientras se lleva a cabo el tratamiento ortodóncico. Deben retrasarse las restauraciones coladas hasta que se han establecido las relaciones oclusales finales mediante la ortodoncia.

Los márgenes de las bandas pueden hacer más difícil el mantenimiento periodontal y generalmente es mejor utilizar, en pacientes afectados periodontalmente, un aparato ortodóncico cementado. Se prefieren también, en este tipo de pacientes, los brackets de autoligado o las ligaduras de acero en lugar de los anillos elastoméricos para retener los arcos de alambre de

ortodoncia. Ello se debe a que los pacientes con anillos elastoméricos tienen niveles más elevados de microorganismos en la placa gingival.¹⁸

Durante el tratamiento ortodóncico completo, un paciente con problemas periodontales moderados debe ser incluido en un programa de mantenimiento, con la frecuencia de limpiezas y alisados dependiendo de la gravedad de la enfermedad periodontal. El plan habitual es un tratamiento de mantenimiento periodontal cada 2-4 meses, pudiendo incluirse también agentes químicos complementarios entre las citas (también con clorhexidina, si es necesaria).

Afectación periodontal grave

El abordaje general para los pacientes que tienen una afectación periodontal grave es el mismo que señalamos anteriormente, pero el tratamiento se modifica de dos maneras: 1) el mantenimiento periodontal debe realizarse a intervalos más frecuentes (casi con la misma frecuencia que la de los ajustes del aparato ortodóncico; es decir, cada 4-6 semanas), y 2) deben modificarse los objetivos y la mecánica del tratamiento ortodóncico para mantener las fuerzas ortodóncicas en unos valores mínimos absolutos debido a que la menor área del LPD después de una pérdida de hueso significativa supone una presión mayor en dicho LPD por cualquier fuerza (fig. 18-32). En ocasiones es útil mantener temporalmente un diente que se va a perder debido a su afectación periodontal, pero que va a servir para soportar un aparato de ortodoncia que contribuirá a salvar otros dientes.

Es interesante señalar que incluso después de que hayan aparecido problemas periodontales graves, es posible llevar a cabo el tratamiento ortodóncico sin mayor pérdida de hueso alveolar si se mantiene un control aceptable del estado periodontal. A veces, el cierre de espacios en zonas de pérdida ósea importante permite mejorar la altura ósea si persiste cuando menos una de las paredes de la bolsa periodontal

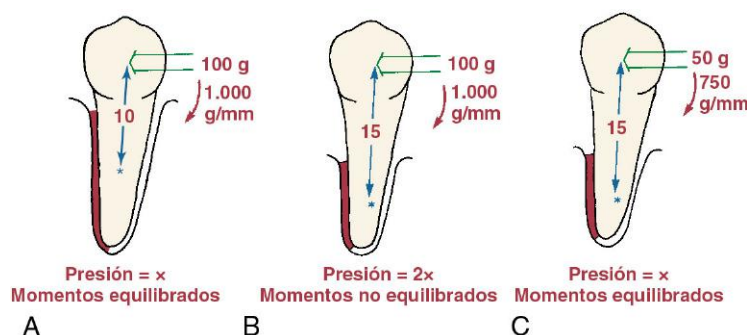


FIGURA 18-32 La pérdida ósea alrededor de un diente que se va a mover afecta a la fuerza y el momento necesarios. **A.** Para el movimiento óptimo de un premolar cuyo centro de resistencia está 10 mm apical al bracket (es decir, la altura normal de soporte de hueso alveolar), se necesitan 100 g de fuerza y un momento de 1.000 g/mm. **B.** Este mismo sistema de fuerzas sería inapropiado para un premolar idéntico cuyo soporte óseo se hubiera reducido por enfermedad periodontal de manera que el área del LPD fuera la mitad que al principio, trasladándose el centro de resistencia 15 mm apical al bracket. Para este diente, la fuerza de 100 g produciría el doble de presión óptima en el LPD y el momento sería lo suficientemente grande para evitar la inclinación. **C.** El sistema de fuerzas correcto para los dientes afectados periodontalmente sería una fuerza de 50 g y un momento de $15 \times 50 = 750$ g/mm. Los dientes afectados periodontalmente solo pueden moverse prestando una gran atención a las fuerzas (más pequeñas de lo normal) y momentos (relativamente más grandes de lo normal).

(fig. 18-33). Como parte del consentimiento informado, se les puede explicar a pacientes como este que pueden someterse a un tratamiento ortodóncico general sin un riesgo excesivo de que empeore su estado periodontal, aunque no se les debe prometer una mejoría.

Al final de este capítulo se discuten las modificaciones en los mecanismos del tratamiento.

Interacciones prostodoncia-implante

Los adultos que se presentan para un tratamiento ortodóncico completo suelen presentar también problemas dentales que requieren restauraciones. Entre estos problemas se incluyen: pérdida de estructura dental a causa de desgaste, abrasión o traumatismo, problemas estéticos gingivales y dientes ausentes que requieren su sustitución con prostodoncia convencional o implantes.

Problemas relacionados con la pérdida de estructura dental

La forma de tratar los dientes lesionados, desgastados o abrasionados durante el tratamiento ortodóncico dependerá del plan de tratamiento restaurador final que pretende llevarse a cabo, lo que convierte en importante cualquier consulta que se le haga al odontólogo restaurador. Existen cuatro consideraciones importantes a la hora de decidir si el ortodoncista debería mover dientes que se van a restaurar: la cantidad total de espacio que debería crearse, la posición mesiodistal de los dientes dentro de este espacio y la posición bucolingual y la posición vertical. Es importante determinar de antemano si el objetivo del tratamiento ortodóncico consiste en nivelar los bordes incisales y los rebordes marginales, los bordes y contornos gingivales, o los niveles óseos.

Cuando se ha perdido estructura dental más allá del punto de contacto dental, el diente se estrecha de forma anómala y es importante restaurar tanto la anchura como la altura de las coronas perdidas. El cambio de posición conseguido con la ortodoncia debería proporcionar un espacio adecuado para la adición apropiada de material restaurador. La posición ideal puede estar o no en el centro del espacio mesiodistalmente, lo que depende de si la restauración más estética se obtendrá añadiendo de forma simétrica en cada lado del diente o si será mejor hacer una reconstrucción solo en un lado (v. fig. 7-32).

Asimismo, en la posición bucolingual ideal de un diente superior desgastado o dañado influirá el plan de restauración. Si se prevé utilizar coronas, el diente debe localizarse en el centro de la arcada dental, sin mantener un contacto muy estrecho con la arcada opuesta. Pero si se va a colocar una carilla vestibular en un incisivo o un canino (fig. 18-34), el ortodoncista debe colocar el diente en una posición más lingual que en otros casos, en contacto con su antagonista de la arcada inferior, para acomodar el espesor de la carilla en la superficie vestibular. Por último, se podrán hacer mejores restauraciones si el ortodoncista proporciona un espacio ligeramente mayor del necesario para que el odontólogo restaurador pueda pulir las superficies proximales. El ligero espacio en exceso puede cerrarse con un retenedor.

Si se ha perdido solo una pequeña cantidad de estructura dental, como por ejemplo el borde incisal de un incisivo que

se ha fracturado, podría ser posible pulir la zona fracturada y elongar el diente lesionado, alineando así los bordes incisales. Pero la realidad es que lo que se obtienen son márgenes gingivales irregulares, lo que significa que un diente fracturado debe elongarse con precaución y teniendo en cuenta cuánto se exponen los márgenes gingivales cuando el paciente sonríe. La elongación ortodóncica de los dientes fracturados era un tratamiento más aceptable de lo que es en la actualidad antes del advenimiento de las estéticas reconstrucciones de resina compuesta, de tal forma que en la actualidad no se aceptan más de 1-2 mm de elongación a menos que el paciente nunca exponga la encía.

Problemas estéticos gingivales

Los problemas estéticos gingivales se encuadran en dos categorías: los creados por una exposición excesiva o irregular de encía y los creados por la recesión gingival posterior a una pérdida ósea periodontal.

Un factor que influye a la hora de decidir el tratamiento más indicado cuando falta un incisivo lateral es la necesidad de mantener un borde gingival razonablemente uniforme en la zona de los incisivos superiores, especialmente cuando los pacientes exhiben la encía al sonreír (como hace la mayoría). Si sustituimos un canino en un lado, quedarán unos bordes gingivales desiguales a menos que se extremen las precauciones para extruir el canino y reducir su altura coronal, incluso si remodelamos la corona del canino sustituido (v. fig. 7-30). Si hay varios dientes desgastados o fracturados, su extrusión puede dar lugar a una «sonrisa gingival» muy antiestética aunque mantengamos los bordes gingivales a la misma altura en todos los dientes. En este caso, sería mejor intruir los incisivos para conseguir una exposición gingival adecuada y restaurar después la altura coronal perdida. La estética dental no depende solo de los dientes. La recesión gingival como consecuencia de la pérdida ósea periodontal en la región de los incisivos superiores da lugar a un problema especialmente preocupante: la aparición de «triángulos negros» entre estos dientes (v. fig. 6-29). La mejor manera de resolver este problema consiste en suprimir algo de esmalte interproximal para poder juntar los incisivos. Esta solución desplaza los puntos de contacto a una posición más gingival, reduciendo el espacio abierto entre los dientes. Cuanto más bulbosas fueran las coronas en un primer momento, mejores resultados dará esta técnica.

Dientes ausentes: cierre del espacio frente a sustitución protésica

Sitios de extracciones antiguas. En los adultos, suele ser difícil cerrar un sitio de extracciones antiguas y ello se debe a la reabsorción y remodelación del hueso alveolar. Después de varios años, la reabsorción da lugar a una disminución en la altura vertical del hueso y también, y más importante, a un estrechamiento bucolingual del proceso alveolar. Cuando esto se ha producido, para cerrar el espacio de extracción hay que recontornear el hueso cortical que comprime las tablas vestibular y lingual del proceso alveolar. En la mayoría de los casos, el hueso cortical responderá a la fuerza ortodóncica, pero la respuesta será significativamente más lenta.

El texto continúa en la página 657.



FIGURA 18-33 A-E. A los 27 años, esta mujer requirió tratamiento ortodóncico debido a que su periodoncista pensó que su enfermedad periodontal se controlaría mejor si mejoraba la alineación de sus dientes y a que a la paciente nunca le gustó el aspecto de sus incisivos maxilares irregulares y extremadamente apiñados. Existía una relación molar de clase II de cúspide completa y una sobremordida mínima. F. La radiografía panorámica muestra una pérdida ósea grave en muchas zonas, pero la enfermedad activa ya estaba bajo control. G. La radiografía cefalométrica mostraba una relación esquelética de clase II leve con una protrusión moderada de los incisivos superiores. El plan de tratamiento consistía en la extracción del primer premolar superior izquierdo y el segundo premolar superior derecho (elegido a causa del extenso defecto periodontal distal al mismo, aunque esto dificultaría aún más el tratamiento ortodóncico). El espacio de extracción, unido a la reducción del esmalte interproximal para compensar la discrepancia en el tamaño dental como consecuencia del gran tamaño de los incisivos laterales superiores, permitiría alinear los dientes superiores sin favorecer una protrusión de los incisivos. (Continúa)



FIGURA 18-33 (cont.) H-J. Debido a las graves rotaciones de los incisivos maxilares irregulares, una vez terminada la alineación pero con el aparato de ortodoncia aún en su sitio, se llevó a cabo la reposición del frenillo maxilar y la sección de las fibras gingivales elásticas. K. Tres semanas después. L-P. A los 18 meses del tratamiento la oclusión y el aspecto de los dientes habían mejorado mucho.

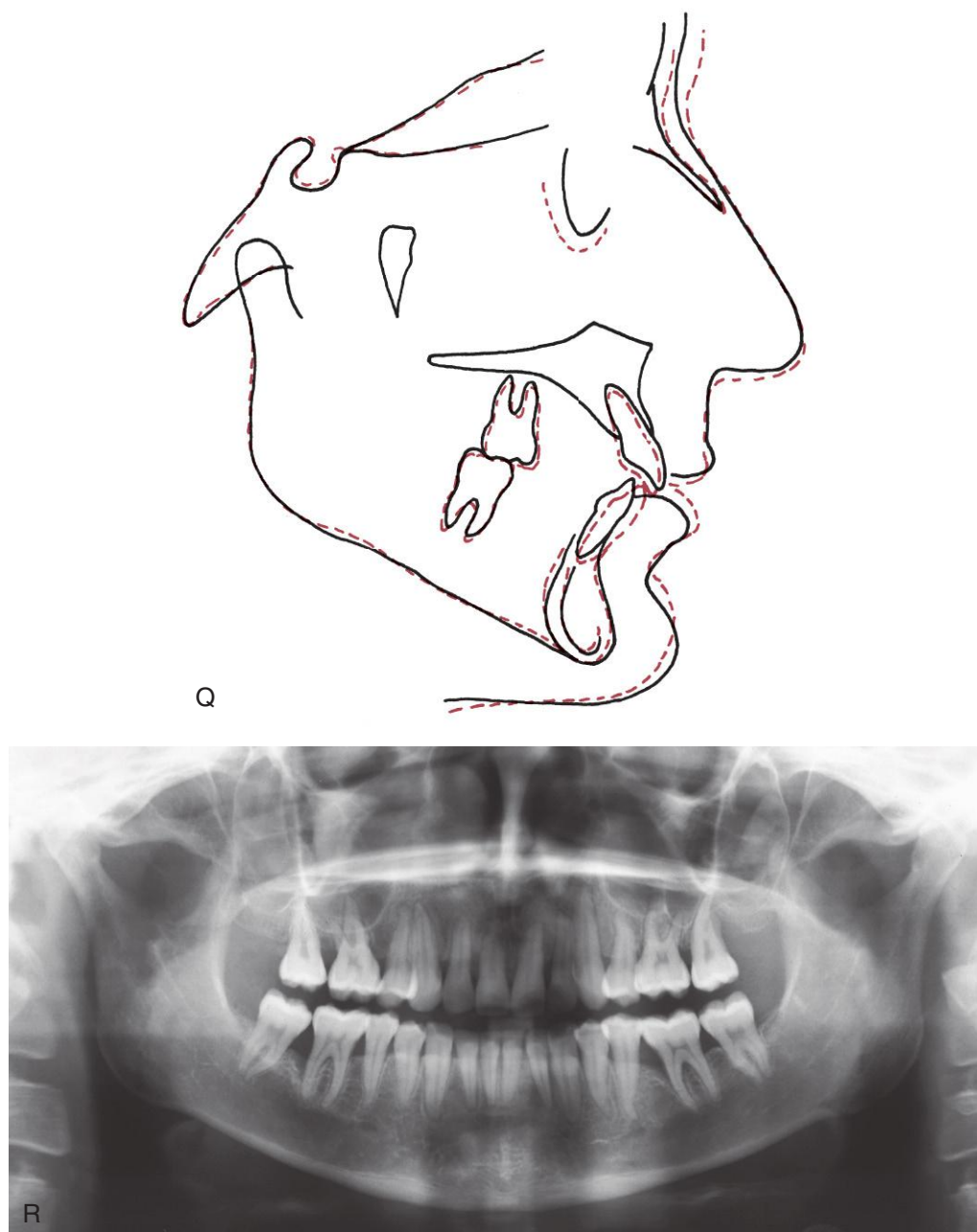


FIGURA 18-33 (cont.) Q. La superposición cefalométrica muestra la ligera retrusión de los incisivos maxilares y la ligera proinclinación de los incisivos mandibulares, como se quería en este caso. R. Radiografía panorámica 1 año después de terminar el tratamiento ortodóncico. El estado periodontal siguió bajo control durante y después del tratamiento ortodóncico. Obsérvese el relleno de hueso alveolar en la zona de extracción del segundo premolar superior derecho gravemente afectado. (Cirugía periodontal del Dr. R. Williams.)



FIGURA 18-34 **A.** Este varón de 49 años solicitó tratamiento para mejorar el aspecto de sus dientes, que estaban muy desgastados y manchados. Tenía que esforzarse para limitar la exposición de sus incisivos al sonreír. **B.** Se le habían colocado unas coronas en los incisivos centrales superiores, pero resultaban demasiado cortas para la anchura que tenían. **C.** Los demás dientes de ambas arcadas estaban muy desgastados y manchados. El plan de tratamiento consistía en alinear los dientes y abrir algo de espacio para facilitar las reconstrucciones y la colocación de carillas. **D-F.** A la edad de 51 años, después del tratamiento, con coronas y carillas para corregir el desgaste y la pigmentación, colocadas al término del tratamiento ortodóncico activo. La sonrisa después del tratamiento, con la misma exposición de los dientes superiores e inferiores, resulta apropiada para su edad, aunque habría sido mejor utilizar unas carillas algo más largas en los incisivos superiores. El paciente optó por que le colocaran unas coronas y unas carillas más blancas de lo que realmente le correspondía para su edad, y era evidente que valoraba positivamente el contraste con la situación anterior.

El sitio de la extracción antigua de un primer molar inferior plantea un problema particular, debido a que la migración mesial de los segundos y terceros molares y el desplazamiento distal de los premolares lo han cerrado y los molares se han inclinado mesialmente. En el tratamiento complementario, como se mostró anteriormente, un segundo molar inclinado mesialmente se endereza inclinandolo distalmente y a continuación se coloca un puente. Si se planifica un tratamiento completo, ¿debería cerrarse el espacio mesializando el primer molar? Depende mucho de los problemas específicos del paciente (fig. 18-35); a menudo, lo mejor es abrir un espacio de extracción cerrado parcialmente y sustituir el diente perdido con un puente o un implante, decisión que debe tomarse cuidadosamente y después de consultar con el ortodoncista y el periodoncista.

Si lo que se quiere es mover los incisivos inferiores hacia delante a la zona antigua de extracción de un segundo premolar o un primer molar, puede emplearse un implante temporal en la rama para proporcionar el anclaje necesario y evitar la retrusión de los incisivos anteroinferiores. Esta técnica, patentada por Roberts, ofrece un grado de control que no puede obtenerse de ninguna otra manera (fig. 18-36). El movimiento

mesial de la raíz es técnicamente mucho más difícil que la inclinación distal, pero el principal problema es que suele requerirse el remodelado del hueso cortical para cerrar el espacio debido a la atrofia que se ha producido después de la extracción realizada hace mucho tiempo. Incluso con el anclaje esquelético, el cierre de espacios suele ser bastante lento. En la figura 18-37 se muestran las radiografías panorámicas de dos pacientes con separaciones parecidas en la arcada inferior tras la pérdida prematura de los primeros molares inferiores; uno de ellos se había sometido a un tratamiento de inclinación distal para el enderezamiento bilateral de los segundos y los terceros molares, y al otro se le habían cerrado los espacios bilaterales mediante un tratamiento de movimiento radicular mesial. Ambos se sometieron a un tratamiento general con tornillos óseos alveolares como sistema de anclaje. En el primer paciente, el factor que más influyó en la duración del tratamiento fue el resto de la maloclusión; en el segundo paciente, la larga duración del tratamiento se debió fundamentalmente al cierre de los espacios.

Pérdida dentaria debida a enfermedad periodontal. Un problema del cierre de espacios es la pérdida de un diente debido a enfermedad periodontal. En ocasiones, el cierre del espacio en

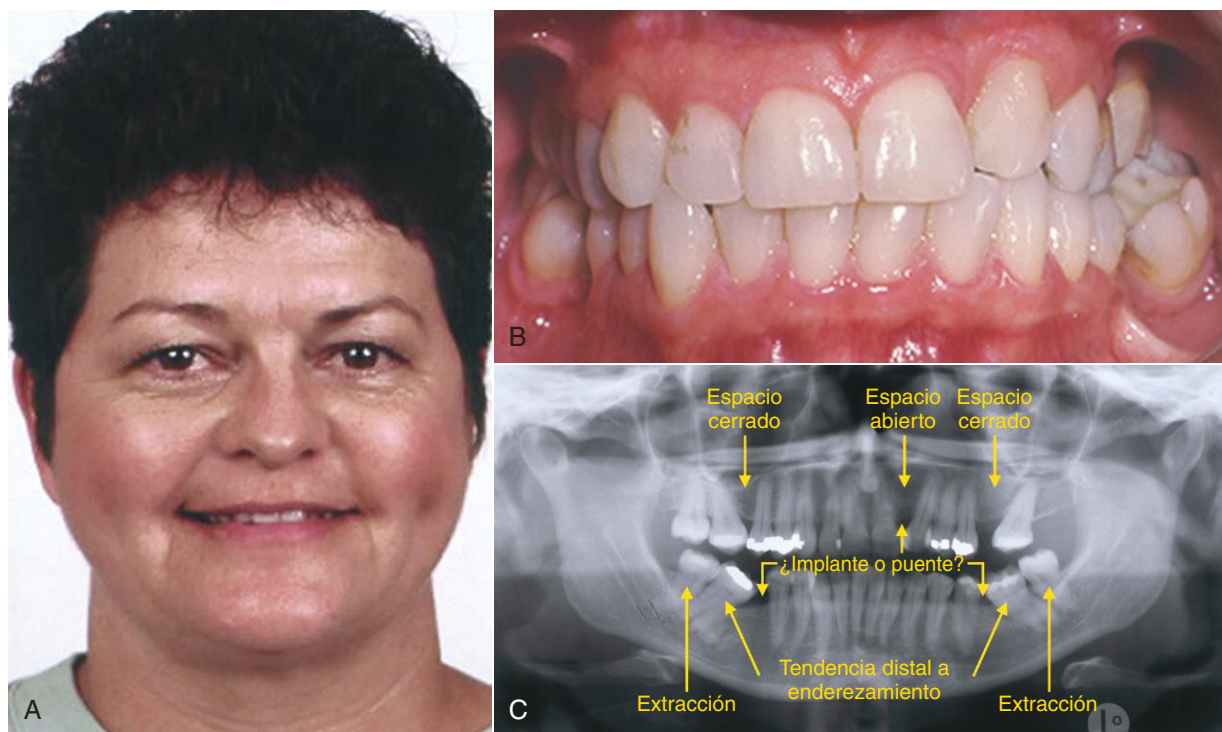


FIGURA 18-35 A. A los 48 años, esta mujer buscó tratamiento para reemplazar las piezas dentales que le faltaban y mejorar su aspecto, en especial su «sonrisa torcida». Comentaba que sus dos hijos habían sido tratados ortodóncicamente y que «ahora le tocaba a ella». B. Le faltaban el incisivo lateral superior izquierdo y los cuatro primeros molares. El canino izquierdo tenía una reconstrucción de composite para cerrar el espacio del incisivo lateral remanente. Los dientes posterosuperiores estaban en mordida cruzada, especialmente en el lado izquierdo. C. Existían áreas de pérdida ósea periodontal pero, en este momento, la enfermedad periodontal activa estaba bajo control. La clave era planificar el tratamiento y decidir entre cerrar los espacios de extracciones antiguas o abrirlos para sustituirlos con prótesis. Para mejorar la simetría de la arcada maxilar y obtener una sonrisa más estética, era necesario abrir espacios para reemplazar los incisivos laterales ausentes. Para poder abrir espacios delante había que cerrar el espacio que existía en la zona del molar superior izquierdo. Se extraerían los terceros molares mandibulares de manera que pudieran enderezarse y lingualizarse los segundos molares para mejorar la mordida cruzada.

(Continúa)



FIGURA 18-35 (cont.) D-F. Progreso del tratamiento. Puede observarse el pónico acrílico ligado al arco maxilar en el espacio del incisivo lateral. En la arcada mandibular hubo que restaurar los dientes adyacentes al espacio que se abrió para sustituir los primeros molares y en el lado izquierdo había que hacer un aumento de reborde para colocar un implante, por lo que se decidió colocar puentes en lugar de implantes en la arcada inferior. G. Se colocó un implante en la zona del incisivo lateral y el aparato maxilar se retuvo durante la cicatrización inicial como mejor manera de proporcionar un pónico temporal. Puede observarse que los primeros retenedores están en su sitio en la arcada mandibular, donde se van a poner los puentes. H. Corona sobre el implante. I. Sonrisa después del tratamiento.

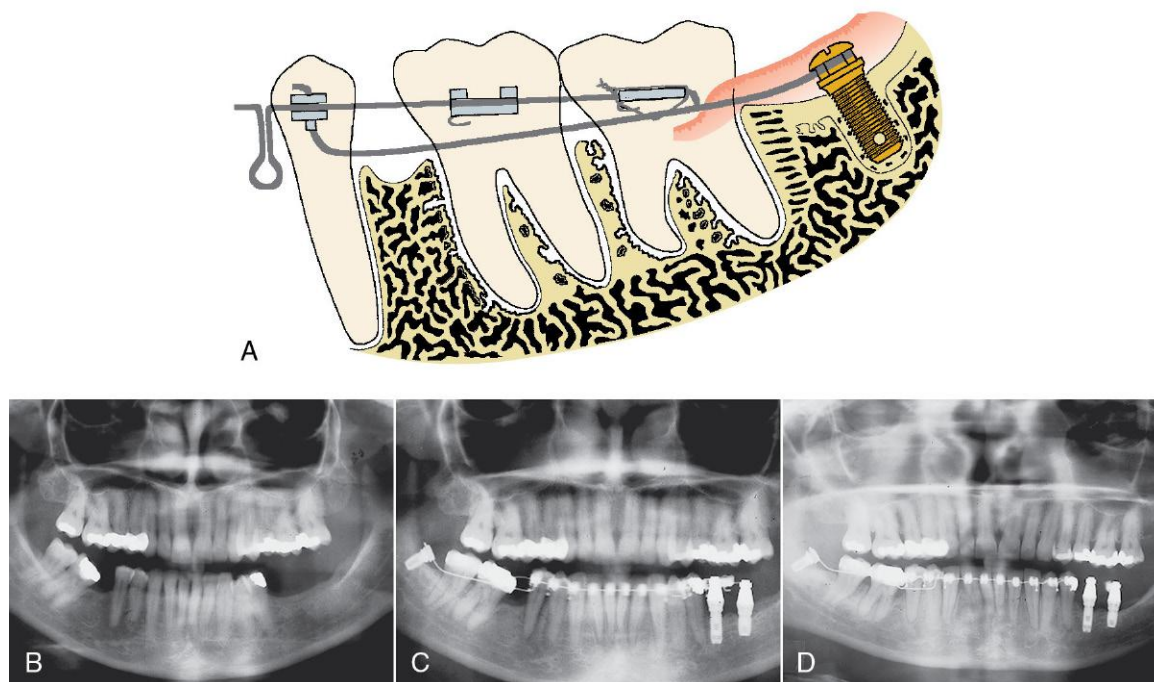


FIGURA 18-36 A-D. Uso de un implante en la rama para el anclaje con el fin de mover el segundo y tercer molares mandibulares mesialmente cuando lo que se quiere es cerrar el espacio de extracción antiguo de un primer molar. Puede observarse que un alambre que llega más allá del implante estabiliza el premolar y, gracias a él, los dientes anteriores, de manera que no se van hacia atrás como reacción al movimiento hacia delante de los segundos y terceros molares. (Reproducido a partir de Roberts WE. Chapter 10. In: Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, eds. Current Orthodontic Principles and Techniques. 5th ed. St Louis: Mosby; 2012.)

el que se extrajo un diente con afectación inabordable produce una mejoría del estado periodontal (v. fig. 18-33). No obstante, a no ser que permanezca al menos una pared ósea es preferible desplazar los dientes alejándolos de esa área, en preparación para una sustitución protésica, ya que no es previsible que se produzca formación de hueso normal cuando el diente se mueve hacia el defecto.

A pesar de ello, existe una excepción. Los primeros molares y los incisivos se pierden en algunos adolescentes y adultos jóvenes debido a una periodontitis juvenil muy agresiva que ataca estos dientes selectivamente y que se caracteriza por la presencia de una bacteria específica, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*. Una vez controlado el progreso de la enfermedad, lo cual supone instaurar un tratamiento antibiótico, el agente causal parece desaparecer.¹⁹ A pesar de que el hueso alrededor de los primeros molares suele destruirse por completo, en la mayoría de los pacientes no se ven afectados ni el segundo molar ni el segundo premolar. Pocas veces puede cerrarse el espacio de los incisivos con ortodoncia, pero en adolescentes o pacientes adultos jóvenes suele ser posible cerrar ortodóncicamente los sitios de extracción de los primeros molares, llevando a los segundos molares permanentes hacia delante a la zona en la que se perdió el primer molar, sin tener que recurrir a implantes para conseguir un anclaje adicional. El segundo molar lleva con él su propio hueso de revestimiento y el gran defecto óseo desaparece.

Esta respuesta favorable se atribuye a la combinación de tres factores: la edad relativamente joven de estos pacientes, el

hecho de que el ataque original se produzca casi por completo en los primeros molares y la desaparición de la flora bacteriana específica. En un paciente mayor que ha perdido un diente debido a enfermedad periodontal, no parece probable que los dientes restantes se abaniquen por completo o que la flora bacteriana haya cambiado, y no sería un buen criterio intentar cerrar el espacio.

Ortodoncia completa en pacientes a los que se van a colocar implantes. En pacientes mayores que han perdido dientes hace mucho tiempo suele ser necesario colocar injertos óseos para ensanchar el proceso alveolar en la zona de los futuros implantes y es beneficioso colocarlos por adelantado en zonas que recibirán implantes mientras en otras zonas de la boca se está realizando la ortodoncia. El objetivo debería ser tener al paciente preparado para el tratamiento prostodóncico definitivo lo antes posible después de retirar los aparatos de ortodoncia, en lugar de que transcurra mucho tiempo mientras se colocan los injertos y los implantes.

Una vez que los injertos han madurado y es posible insertar los implantes, también se puede proceder a la cirugía implantológica antes de terminar todo el tratamiento ortodóncico. Por sí sola, la cirugía implantológica no suele demorar mucho el tratamiento, y resulta muy beneficioso un período de osteointegración durante el tratamiento ortodóncico. Para la retención ortodóncica puede ser un problema el retraso causado por la cicatrización y maduración del injerto antes de los implantes. Casi siempre, un retenedor ortodóncico fijo es la mejor elección para mantener

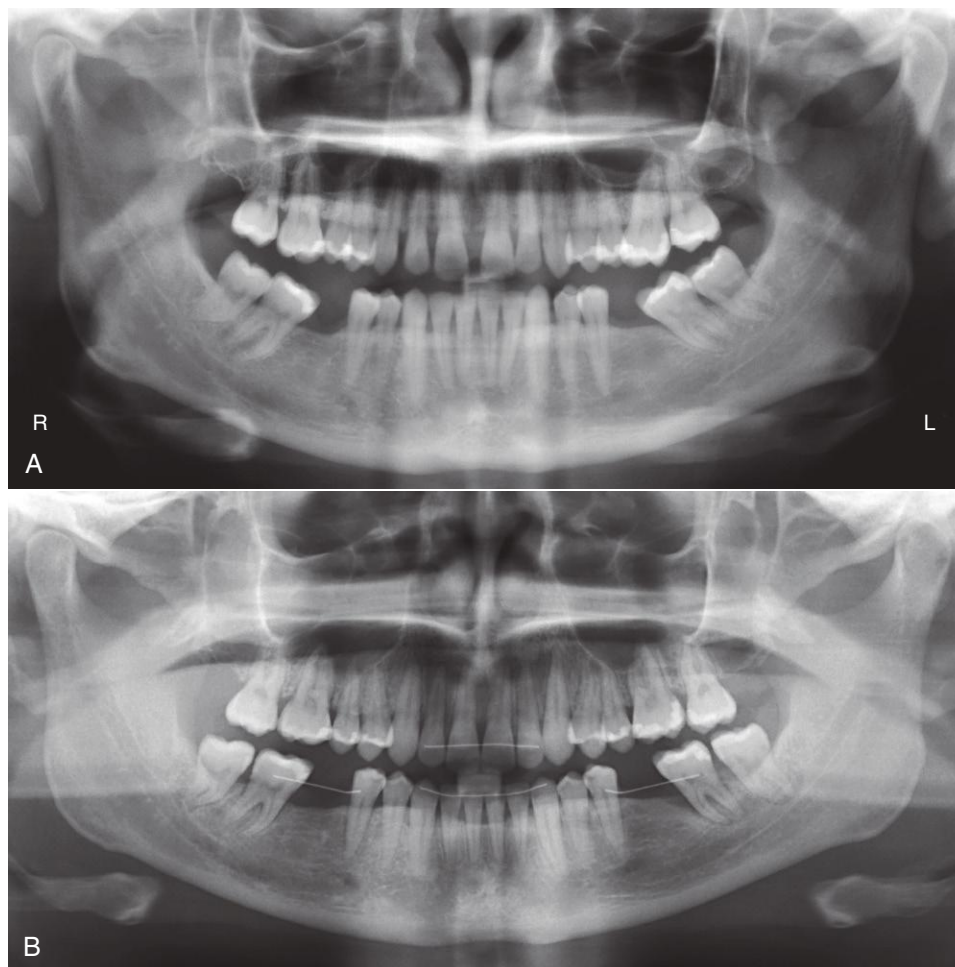


FIGURA 18-37 **A.** Radiografía panorámica de una paciente de 32 años que había perdido los primeros molares inferiores algunos años atrás y solicitaba ahora tratamiento para corregir su maloclusión. Optó por un tratamiento general con aparatos fijos, que incluía el enderezamiento de los segundos y terceros molares y la apertura de espacios para reponer los primeros molares ausentes mediante implantes o puentes fijos. La duración del tratamiento fue de 30 meses. No se habría prolongado tanto si solo se hubieran enderezado los molares, pero para enderezar dos molares a cada lado se necesita mucho más tiempo que para enderezar uno solo, y no es fácil mantener las relaciones oclusales sin un aparato superior. **B.** Radiografía obtenida después del tratamiento. El enderezamiento del segundo molar no genera hueso nuevo, pero tiende a mejorar el estado periodontal; en este caso, la persistencia de una bolsa de una sola pared en la zona mesial del segundo molar izquierdo es mucho más fácil de tratar de lo que habría sido sin el enderezamiento. Se están utilizando retenedores fijos para mantener la alineación de ambos incisivos y la posición de los molares hasta que se puedan efectuar las restauraciones.

el espacio para un implante. En la región anterior, los pacientes suelen preferir un puente temporal adhesivo que debe retirarse para la cirugía de implantes y reinsertarse después, salvo que vaya a realizarse una carga inmediata del implante.

Un incisivo o canino maxilar dañado o anquilosado plantea un problema especial cuando se planifica su restauración final con un implante. El diente anquilosado interfiere con el tratamiento ortodóncico para alinear los otros dientes y puede resultar antiestético, pero se producirá atrofia alveolar si el diente se extrae antes de que se complete el crecimiento vertical y se coloque el implante. En esta situación, el hueso alveolar queda «obturado» extrayendo la corona del diente que sobra pero reteniendo su raíz endodonciada (fig. 18-38), y existen más probabilidades de que la colocación de un implante posterior tenga éxito sin la necesidad de un injerto óseo. Mientras tanto puede completarse

el tratamiento ortodóncico con un pónico unido a un arco de alambre y después con un puente temporal adhesivo hasta que se ha completado el crecimiento vertical y es seguro colocar el implante.

A pesar del éxito del tratamiento hasta el momento, la colocación de un implante demasiado pronto crea un gran problema: el implante se convierte en el equivalente de un diente anquilosado y parecerá intruírse a medida que continúa el crecimiento vertical y erupcionan los dientes restantes (fig. 18-39), lo cual crea una discrepancia de los márgenes gingivales y los bordes incisales difícil de tratar incluso extrayendo el implante y sustituyéndolo con otra corona. Hasta cierto punto, este problema puede aparecer en un momento posterior de la vida, ya que el crecimiento vertical suele continuar lentamente hasta mediana edad (v. capítulo 4).

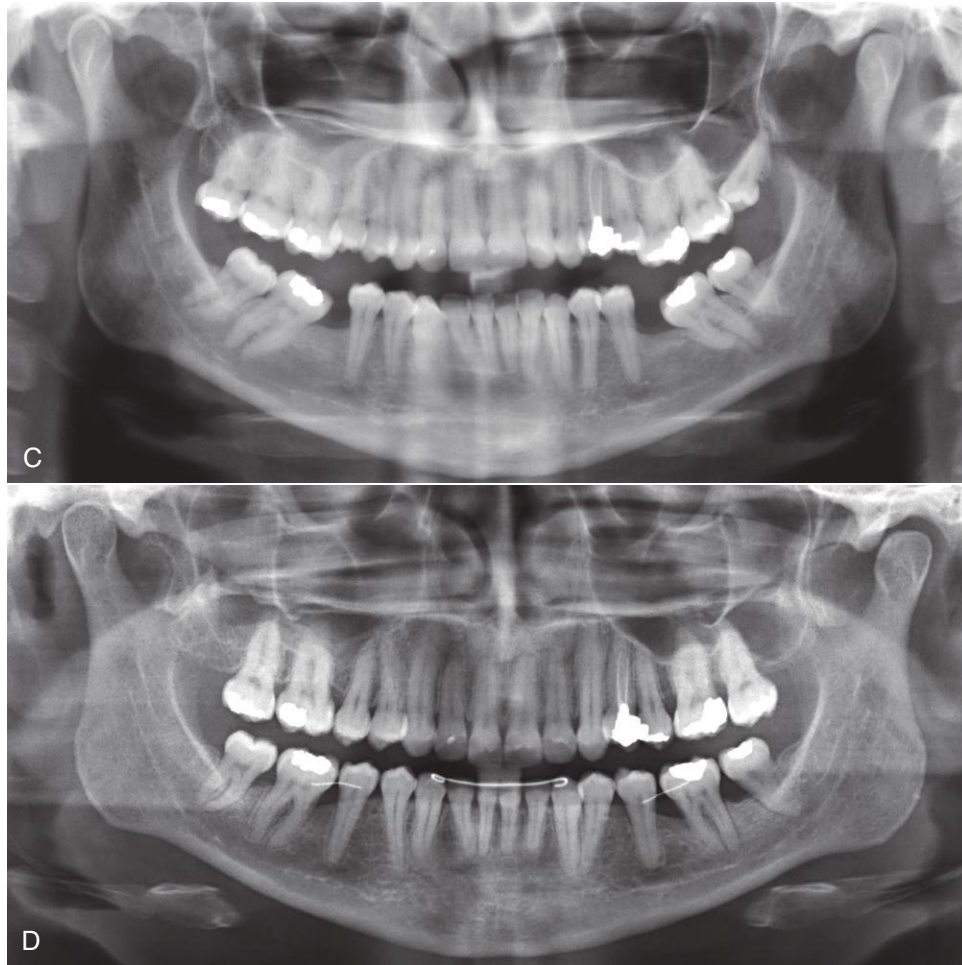


FIGURA 18-37 (cont.) **C.** Radiografía panorámica de un paciente de 39 años que también había perdido sus primeros molares inferiores algunos años atrás. Se planificó un tratamiento ortodóncico general para alinear los dientes anteriores de ambas arcadas, corregir la sobreerupción de los primeros molares superiores y cerrar los antiguos espacios de extracción. **D.** Una vez completado el tratamiento, para el que se necesitaron 36 meses debido fundamentalmente a que para mover los dientes hacia antiguos huecos de extracción como estos es necesario remodelar el hueso cortical. La zona mesial de los segundos molares presenta un estado periodontal subóptimo y se están utilizando retenedores fijos para mantener cerrados los espacios de extracción, así como para alinear los incisivos. (Por cortesía del Dr. D. Grauer.)

ASPECTOS ESPECIALES DEL TRATAMIENTO CON APARATOS ORTODÓNCICOS

Los objetivos y las etapas del tratamiento ortodóncico completo de los adultos son los mismos que los de los adolescentes. No obstante, el tratamiento ortodóncico debe modificarse de varias maneras:

- Debe cumplirse en la medida de lo posible el deseo del paciente de un aparato de ortodoncia invisible o mínimamente visible, lo cual lleva a considerar el uso de un alineador transparente, brackets cerámicos o no metálicos de otro tipo u ortodoncia lingual.
- En los pacientes que han perdido algo de soporte periodontal, las fuerzas ortodóncicas *deben* ser ligeras.
- Suele requerirse la intrusión en la nivelación de las dos arcadas debido a la falta de crecimiento, particularmente las pequeñas cantidades de crecimiento vertical que per-

miten una ligera extrusión de los dientes posteriores de adolescentes sin llevar a rotación mandibular.

- Suele ser necesaria la fijación esquelética en forma de miniplacas, tornillos o implantes en algunos tipos de movimientos dentales, especialmente la intrusión de los dientes posteriores, la protracción de los dientes posteriores o para soportar una retrusión y/o intrusión máximas de los dientes anteriores.

En el siguiente apartado se asume que se ha preparado un plan de tratamiento apropiado y factible, y se revisan estos aspectos para el tratamiento de adultos.

Aparatos estéticos en el tratamiento de adultos

Para tratar a adultos (más que para adolescentes) se prefiere utilizar brackets cerámicos o dentocoloreados. Estos brackets no modifican los procedimientos de tratamiento descritos en los capítulos 14-16. Tanto el tratamiento con alineadores



FIGURA 18-38 Este chico de 14 años tenía un incisivo central anquilosado y desplazado tras sufrir un accidente jugando al baloncesto. **A y B.** Antes del tratamiento. No era posible corregir la alineación de otros dientes sin extraer el diente anquilosado, que sería sustituido finalmente con un implante, pero la extracción temprana daría lugar a la pérdida de hueso alveolar en esa zona. **C.** Se decidió quitar solo la corona del diente anquilosado, manteniendo la raíz para mantener también el hueso alveolar. Con el aparato de ortodoncia colocado, cuando se quitó la corona se ligó un púntico al arco. Se rellenó la raíz con hidróxido cálcico y **(D)** se suturó tejido palatino y gingival sobre él. **E.** En ese momento fue posible expandir las dos arcadas y corregir la maloclusión. Al final del tratamiento activo, se colocó un púntico sobre el retenedor ortodóncico como reemplazo temporal. Cuando el paciente cumplió los 18 años se le puso un implante.

transparentes (cuyo uso se limita casi exclusivamente a los adultos) como la ortodoncia lingual requieren un enfoque bastante diferente.

Tratamiento con alineadores transparentes

En el capítulo 10 se describe el abordaje básico para el TAT, que supone la producción de una serie de alineadores en modelos estereolitográficos obtenidos a partir de modelos virtuales. La experiencia demuestra que algunos tipos de movimientos dentales

se consiguen con más facilidad con alineadores transparentes que con otros dispositivos (v. cuadro 10-1). A pesar de ello, cada vez es más factible tratar casi todos los tipos de problemas ortodóncicos en adultos con alineadores transparentes, siempre que se utilicen anclajes adheridos que proporcionen una fijación más segura a los dientes cuyas raíces hay que mover, cuando disminuye la cantidad de cambio de un alineador al siguiente y si se realizan algunas fases del tratamiento complejo con aparatos fijos y para el resto se utilizan los alineadores.



FIGURA 18-39 A esta paciente se le colocó, a la edad de 15 años, un implante para sustituir un incisivo lateral superior ausente. A los 17 años, el crecimiento vertical había llevado a la intrusión antiestética relativa del implante, con los desplazamientos del borde incisal y el margen gingival. En este punto, una corona más grande sobre el implante no es una solución satisfactoria. La única solución es extraer el implante, poner un injerto en la zona y colocar un implante nuevo.

Antes de la llegada del uso de anclajes adhesivos sobre los dientes para que el alineador se ancle mejor a ellos, la extrusión y la rotación eran muy difíciles de conseguir y era casi imposible mover la raíz lo suficiente para paralelizar la raíz en un sitio de extracción. Con el uso juicioso de los anclajes y las pequeñas cantidades de movimiento conseguidos al pasar de un alineador a otro, en la actualidad podemos conseguir la extrusión (como en el cierre de la mordida abierta anterior extruyendo los incisivos) (fig. 18-40). Si se modifica un alineador para que pueda utilizarse un elástico unido a un botón sobre el diente rotado, pueden facilitarse la rotación y la extrusión (v. fig. 18-22). Sigue siendo difícil cerrar espacios, pero se puede controlar si la fijación sobre los dientes se utiliza correctamente (fig. 18-41). Parece probable que, en el futuro, se combine un período breve de aparatología fija (y, quizás, anclaje esquelético en forma de tornillos óseos, como se muestra en la figura 18-42) con alineadores que hagan más sencillos los movimientos dentales más difíciles en los adultos que quieren la ventaja estética del TAT.



FIGURA 18-40 Es difícil realizar la extrusión de los dientes, como la realizada en esta paciente para cerrar una mordida abierta anterior, con Invisalign, pero sí puede llevarse a cabo con el uso de anclajes adheridos sobre los dientes de manera que los alineadores se enganchen mejor. **A y B.** A los 24 años, antes del tratamiento. Indicaba que se le había realizado un tratamiento de ortodoncia cuando tenía 12 años; la mordida abierta apareció durante el crecimiento posterior en la adolescencia. **C.** Preforma ClinCheck que muestra los anclajes que hay que colocar en los dientes (v. fig. 18-22 para el aspecto clínico de los anclajes plásticos transparentes cementados). Se llevó a cabo un desgaste con microabrasión en la arcada superior para obtener espacio para retruir los incisivos y disminuir el resalte (v. fig. 11-16 para la forma de reaproximación que acompaña a la preforma ClinCheck cuando es parte del plan de tratamiento). Llevó 19 alineadores superiores y 10 inferiores. El tratamiento se llevó a cabo en 9 meses y medio. **D y E.** A los 25 años, después del tratamiento. Se colocaron un retenedor cementado inferior y un retenedor *suck-down* maxilar. En la revisión a los 2 años, la oclusión era estable. (Por cortesía del Dr. W. Gierie.)



FIGURA 18-41 A y B. A este varón de 23 años le preocupaba la separación tan marcada de sus dos arcadas; para tratarle se utilizó una sucesión de 28 alineadores, más 3 alineadores de sobrecorrección que se fabrican encogiéndolos virtualmente los dientes y creando un espacio virtual que se cierra después con los alineadores. C y D. Fotografías obtenidas después del tratamiento, a los 24 años de edad. El tratamiento requirió 16 meses. Mantener los espacios cerrados tras el tratamiento cuando existen varios de esos espacios resulta muy problemático con cualquier sistema de alineación. En este caso, se colocaron retenedores cementados en la superficie lingual de los incisivos centrales superiores y entre los caninos inferiores, y se fabricaron al vacío unos retenedores que encajaban sobre los retenedores cementados para prevenir la reapertura de los espacios.

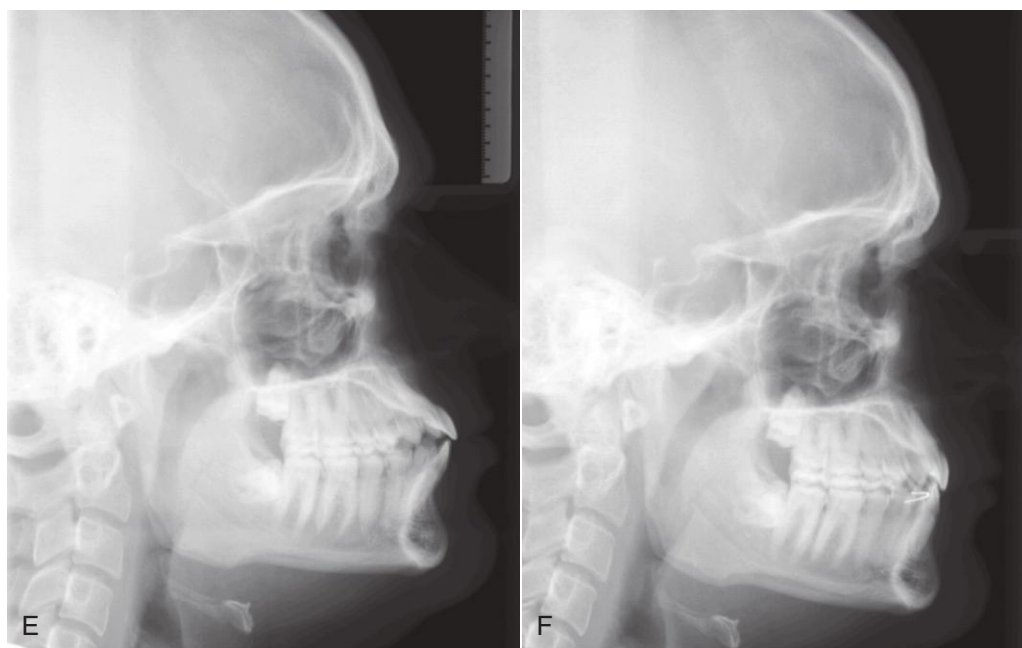


FIGURA 18-41 (cont.) E y F. Radiografías cefalométricas antes y después del tratamiento que muestran el grado de retracción de los incisivos. (Por cortesía del Dr. W. Gierle.)



FIGURA 18-42 A y B. Esta mujer de 47 años había desarrollado una mordida abierta unilateral inusual lentamente a lo largo de los 5 años precedentes, con muy pocos cambios durante el último año. C. En la radiografía panorámica se observaba asimetría condilar, con reabsorción del cóndilo izquierdo, supuestamente atribuible a una artrosis.

(Continúa)



FIGURA 18-42 (cont.) **D.** En la radiografía cefalométrica se observaba un nivel vertical diferente de los dientes posteriores de la arcada inferior de ambos lados, y la intrusión virtual de los dientes posteriores de la arcada inferior del lado izquierdo indicaba que esto permitiría al maxilar inferior rotar hacia arriba y hacia delante, cerrando la mordida abierta unilateral y produciendo una oclusión prácticamente normal. El plan de tratamiento consistía en colocar un aparato fijo en la arcada inferior con anclaje esquelético para cerrar los dientes posteriores del lado izquierdo y cerrar también la mordida abierta, y en alinear al mismo tiempo la arcada superior con Invisalign y completar el tratamiento con Invisalign en ambas arcadas. **E.** Tornillos óseos utilizados como anclajes para la intrusión de los molares inferiores. **F.** Un segundo tornillo óseo colocado posteriormente para el anclaje necesario para la intrusión de los premolares. Mientras se producía la intrusión, se utilizó una serie de alineadores en la arcada superior; obsérvese el alineador final utilizado a modo de retenedor en este momento del tratamiento. Una vez cerrada la mordida (para lo que se necesitaron 8 meses) no se observó la previsible tendencia a la recidiva durante los 6 meses posteriores, y en ese momento se utilizó una serie de alineadores de revisión durante otros 4 meses para completar el tratamiento. **G y H.** Fotografías frontal y lateral obtenidas después del tratamiento. La mordida abierta se ha mantenido cerrada ya durante más de 3 años.

Ortodoncia lingual

Los avances de los últimos años en la ortodoncia lingual han culminado en el desarrollo de técnicas que emplean una almohadilla individualizada en cada diente para proporcionar una adhesión más segura del aparato, un anclaje de bajo perfil fabricado de manera que los alambres se pueden insertar desde arriba y unos robots que controlan por ordenador el doblez del alambre para generar los arcos. En el capítulo 10 se describen estos pasos (v. figs. 10-37 y 10-40).

Un problema importante que plantea la ortodoncia lingual es la escasez de espacio entre los anclajes de los arcos de alambre. Cualquiera que sea el tipo de alambre utilizado, cuanto menor sea la separación, más rígido será el material. Las distancias son tan cortas entre los dientes a lo largo del arco de alambre que puede costar mucho alinear los dientes muy apiñados, sobre todo los incisivos inferiores. Dado que las superficies linguales de los incisivos, los caninos y los dientes posteriores no se alinean tan bien como las vestibulares, resulta inevitable la necesidad de moldear considerablemente todos los arcos de alambre linguales, incluyendo los de A-NiTi utilizados para la alineación inicial. Actualmente, este proceso es mucho más exacto y rápido gracias al uso de escáneres para obtener la información y moldear los alambres con un robot doblador de alambres. Podemos considerar que, aunque la ortodoncia lingual moderna se diferencia bastante del tratamiento con alineadores transparentes, también se basa hasta cierto punto en la tecnología informática.

Utilizando arcos de alambre y brackets cementados lingualmente, podemos conseguir actualmente cualquier tipo de movimiento dental con resultados bastante buenos, y la ubicación de las raíces en los huecos de extracción no representa un problema especial (figs. 18-43 y 18-44).

Es importante saber hasta qué punto el plan de tratamiento (representado por la configuración de los dientes a partir de la cual se obtiene la forma de los arcos de alambre) se consigue en la alineación postratamiento y la oclusión de los dientes. En el caso de la técnica lingual Incognito (que mostramos en las figuras precedentes), esta información se obtiene actualmente mediante la superposición digital del resultado del tratamiento sobre la configuración.²⁰ Los datos parecen demostrar (v. fig. 10-38) que es posible reproducir con gran exactitud el objetivo del tratamiento en las posiciones dentales que se consiguen (en la mayoría de los casos, con una precisión de menos de 1 mm o de 5° de inclinación), excepto en el caso de los segundos molares, que no quedan en una posición tan exacta. La retroalimentación de este tipo de información para mejorar la planificación por ordenador permite incrementar la exactitud de todos los métodos de diseño asistido por ordenador/fabricación asistida por ordenador (CAD/CAM) que se están empezando a utilizar actualmente en la ortodoncia.

Aplicaciones del anclaje esquelético

En este sector de tanta importancia potencial y de desarrollo tan rápido, se sigue avanzando en el desarrollo de los medios informáticos y las técnicas clínicas necesarios, lo que significa que en poco tiempo asistiremos indudablemente a avances en ambos campos. Los dispositivos pueden cambiar, pero no los principios en los que se basa su uso.

Actualmente, el anclaje esquelético tiene cuatro aplicaciones destacadas en el tratamiento de pacientes adultos:

1. La colocación de dientes individuales cuando no se dispone de ninguna otra forma de anclaje satisfactoria (normalmente porque se han perdido otros dientes por enfermedad dental o periodontal).
2. La retracción de incisivos prominentes.
3. El movimiento distal o mesial de molares (y de toda la arcada dental, si es necesario).
4. La intrusión de los dientes posteriores para cerrar una mordida abierta anterior, o de los dientes anteriores para abrir una mordida profunda.

Vamos a considerar cada una de estas aplicaciones por separado:

Anclaje para la colocación de dientes individuales

El anclaje con tornillos óseos tiene una aplicación excelente en los pacientes, generalmente adultos, que no tienen dientes de anclaje (fig. 18-45) o que no disponen de suficiente anclaje convencional para el movimiento dental deseado. Este tratamiento se combina con un aparato fijo parcial que se encarga de la distribución del espacio. Normalmente corre a cargo de un ortodoncista, a modo de preparativo para la reposición implantológica y ortodóncica de los dientes ausentes.

Los tornillos óseos que atraviesan directamente los tejidos orales suelen tener un hombro en el punto de contacto con los tejidos blandos y una cabeza modificada a la que se pueden fijar alambres, resortes o elásticos. Los tornillos pueden cargarse ligeramente de forma inmediata o a los pocos días de colocarlos, y suelen apretarse y afianzarse conforme la tensión acelera la remodelación ósea. Si se aplica una fuerza muy intensa, se corre el riesgo de que se aflojen y se desprendan; pero, de todos modos, una fuerza tan intensa como para causar este efecto resulta casi siempre excesiva para conseguir un movimiento dental óptimo.

Retracción e intrusión de incisivos prominentes

Los incisivos superiores prominentes suelen inclinarse en sentido vestibular. Una forma evidente de corregir su inclinación vestibular consiste en corregir su inclinación en sentido lingual. Además, este movimiento hace descender también los bordes incisales, lo que es un efecto beneficioso si el plan de tratamiento incluye aumentar la exposición de los incisivos y cerrar una mordida abierta anterior, pero puede resultar perjudicial si lo que se necesita es mantener o reducir la exposición de los incisivos y corregir una mordida profunda anterior. Utilizando la técnica de arcos segmentados es posible tanto retraer como intruir los incisivos superiores (v. fig. 9-48) si se mantiene un anclaje satisfactorio con arcos linguales estabilizadores y un casquete, si es necesario. Esta es una técnica difícil, requiere mucha cooperación por parte del paciente y actualmente ha sido desbancada por el anclaje esquelético.

Tanto los tornillos óseos en el alvéolo maxilar como las miniplacas en la base del arco cigomático ofrecen un anclaje que facilita considerablemente y hace más predecible la retracción (fig. 18-46). La dirección de la fuerza (hacia arriba y hacia atrás) resulta ideal para este cometido, y los resortes de A-NiTi proporcionan unos niveles de fuerza constantes y conocidos.

Una de las primeras aplicaciones del anclaje esquelético fue la retracción de los dientes anteriores de la arcada superior mediante implantes en el paladar. Se puede usar un implante



FIGURA 18-43 A y B. Esta mujer de 45 años solicitó tratamiento ortodóncico para corregir el apiñamiento de sus incisivos y mejorar el aspecto de su sonrisa. Optó por un tratamiento general con un aparato fijo lingual (Incognito, 3M-Unitek) para mantener la estética dental durante el tratamiento. El plan de tratamiento consistía en alinear los dientes, corregir la oclusión bucal y nivelar los bordes gingivales en lugar de los bordes incisales de los incisivos superiores como preparación para la colocación de carillas en estos dientes tras la conclusión del tratamiento ortodóncico. C-E. Progresos del tratamiento; se puede apreciar la alineación conseguida con unos arcos de alambre fabricados con ordenador. Hacia el final del tratamiento se cementaron unos anclajes vestibulares en los caninos superiores y en los caninos y premolares inferiores para que resultara más fácil utilizar elásticos verticales para asentar los dientes posteriores en una oclusión normal.



FIGURA 18-43 (cont.) F. Aspecto de la sonrisa tras la conclusión del tratamiento ortodóncico, a los 47 años de edad, después de 24 meses de tratamiento activo. En estos momentos, los bordes gingivales están alineados correctamente, y resulta más evidente la diferencia entre la altura de las coronas de los incisivos. G. Simulación por ordenador del efecto de unas carillas en los incisivos superiores para mejorar su longitud. Al verla, la paciente aceptó esta fase final de su tratamiento. (Por cortesía del Dr. D. Grauer.)

colocado en el centro del paladar para estabilizar un arco lingual que impida el movimiento de los molares a los que está anclado (v. fig. 9-35). Esto facilitaría el control de los molares durante la retracción de los incisivos, pero la mecanoterapia ortodóncica se complica mucho cuando una fuerza posterosuperior no deriva directamente del anclaje esquelético, y puede haber problemas para extraer un implante palatino que se haya osteointegrado. Las técnicas actuales para estabilizar un arco lingual se basan en un dispositivo que se pueda mantener en su posición con tornillos cortos que sean más fáciles de extraer. No obstante, parece probable que los tornillos óseos alveolares desbanquen prácticamente a los anclajes palatinos cuando haya que retraer unos dientes anteriores de la arcada superior muy prominentes. Es probable que se siga utilizando el anclaje palatino para la distalización de los molares (v. más adelante).

También es posible retraer los incisivos inferiores prominentes utilizando tornillos óseos alveolares para el anclaje, aunque puede que no sea tan necesario, ya que hay que inclinarlos lingualmente, y no torsionar como suele suceder con los incisivos superiores. Normalmente, la estrechez del hueso basal en la zona mandibular anterior contraindica la torsión durante la retracción de los incisivos, debido al riesgo de reabsorción radicular (v. capítulo 9).

Distalización de los molares o de toda la arcada dental

Distalización de dientes superiores. El movimiento distal de los molares superiores representa una forma de conseguir espacio en una arcada superior apiñada; la distalización de toda la arcada dental superior sería una forma de corregir una maloclusión de clase II como consecuencia de una posición adelantada de los dientes superiores sobre su base esquelética. En ambos casos,

las miniplacas proporcionan resultados más predecibles que los tornillos óseos y permiten el movimiento de las raíces sin interferencias con los tornillos del proceso alveolar, pero se pueden usar tornillos óseos si se colocan en el paladar o en la apófisis infracigomática, lejos de las raíces (fig. 18-47). Normalmente, es posible retraer 2-4 mm toda la arcada. Si se necesita retraer aún más los incisivos, habrá que extraer los segundos molares para abrir espacio para el retroceso de la arcada dental, o extraer los premolares para que solo haya que mover el segmento anterior.

Distalización de dientes inferiores. Distalizar toda la arcada inferior era simplemente imposible antes de la aparición del anclaje esquelético. Ahora que existe esta posibilidad, generalmente mediante un tornillo óseo largo en el saliente bucal mandibular o en la rama (menos deseable en la mayoría de los casos), la mayoría de los ortodoncistas norteamericanos siguen sin utilizarla en los dos casos en los que puede resultar útil: 1) la maloclusión de clase III con un componente de protrusión dental inferior, que no se observa casi nunca en pacientes de clase III de origen europeo pero que es razonablemente frecuente en los asiáticos, para los que esta forma de camuflaje de clase III puede resultar bastante aceptable (fig. 18-48), y 2) la protrusión de los incisivos que se produce al tratar un apiñamiento grave. Esto se evitaba por medio de extracciones con el objeto de prevenirla, hasta que se popularizó la idea de que unas fuerzas ligeras y solo el bracket de autoligado derecho permitían el tratamiento sin extracciones y sin protrusión.²¹ De hecho, la protrusión de los incisivos inferiores es una consecuencia habitual de la expansión de la arcada para corregir el apiñamiento grave con todo tipo de brackets, y puede resultar bastante útil el anclaje esquelético para retraer toda la arcada dental hacia una posición más favorable en relación con el hueso basal.²²

El texto continúa en la página 677.

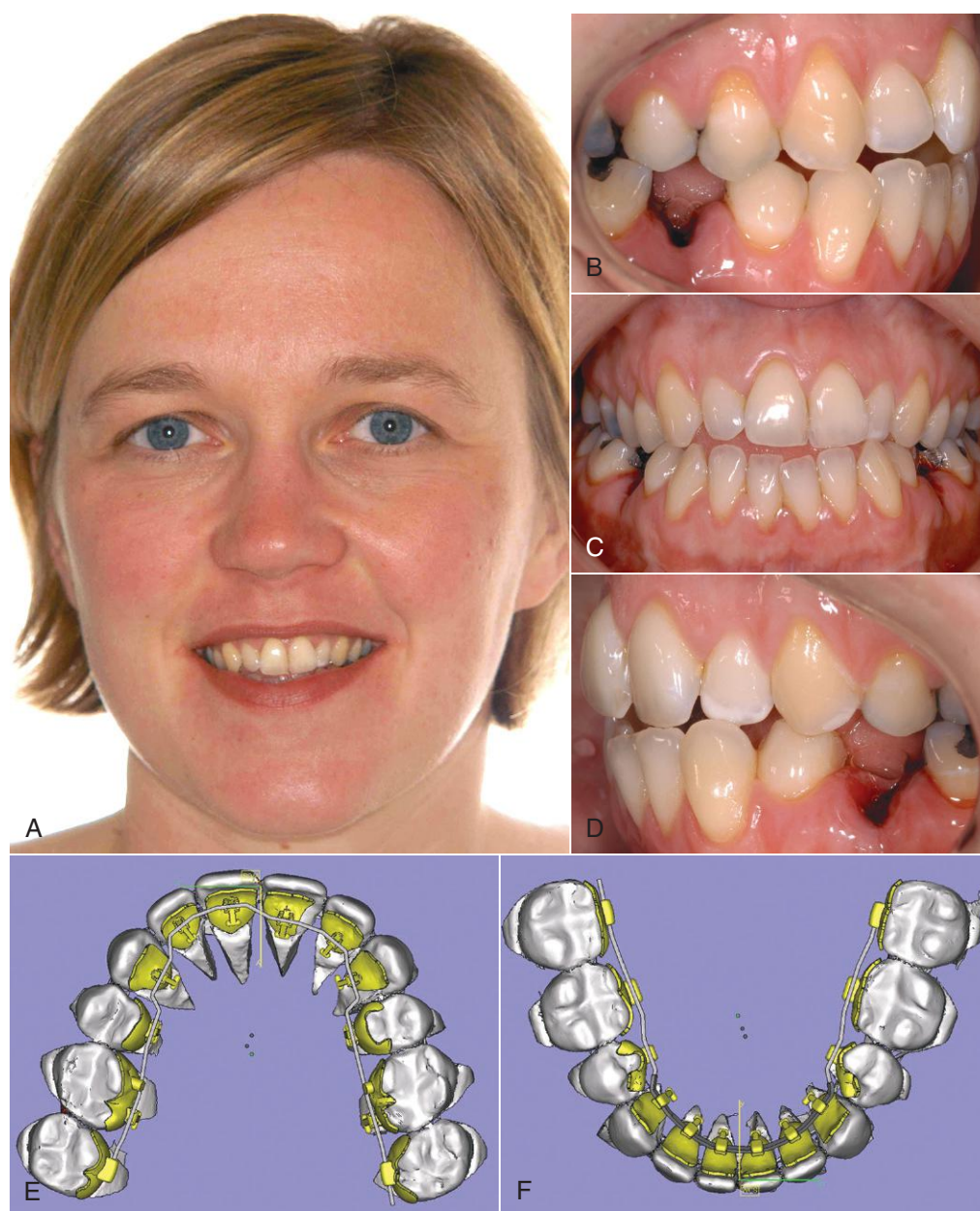


FIGURA 18-44 Esta mujer de 31 años pidió tratamiento ortodóncico para mejorar el aspecto y la función de sus dientes. Eligió la ortodoncia lingual para evitar el aspecto antiestético de las bandas y los brackets en sus dientes. **A.** Sonrisa antes del tratamiento. **B-D.** Imágenes intraorales antes del tratamiento. Tenía un apiñamiento moderadamente grave en sus incisivos inferiores, mordida cruzada posterior y una mordida abierta anterior que habría podido convertirse en una mordida cruzada anterior si se corregía sin retrusión de los incisivos inferiores. Cuando era pequeña le habían extraído el primer premolar superior derecho y la línea media se le había desviado a la derecha. El plan de tratamiento consistiría en la extracción de los segundos premolares inferiores y el segundo premolar superior izquierdo para obtener espacio para la alineación y reposición de los dientes anteriores. **E y F.** Se utilizaron escáneres láser de sus modelos en el *software* Incognito para planificar el contorno de las almohadillas linguales cementadas y fabricadas a medida para cada diente y la forma de los arcos que produciría un robot doblador de alambre.



FIGURA 18-44 (cont.) G y H. Para la fase inicial del tratamiento se utilizaron arcos de alambre de A-NiTi superelástico fabricados por ordenador. Se utilizó una carilla provisional de plástico adherida para ocultar el hueco de extracción de la arcada superior. I y J. Para cerrar los espacios se usaron cadenas elastoméricas sobre un arco de alambre rectangular de acero (16×22) de dimensiones reducidas, fabricado por el robot doblador de alambre. K y L. Para el acabado se usaron arcos de alambre ATM rectangular de dimensiones completas. M-O. Fotografía de la sonrisa e imágenes intraorales al término del tratamiento. Se logró cerrar los espacios de extracción y conseguir un paralelismo aceptable de las raíces. Como parte final del tratamiento se planificó la restauración estética del incisivo lateral superior izquierdo. (Por cortesía del Dr. D. Wiechmann.)



FIGURA 18-45 A y B. Interferencia por incisivos y canino apiñados en un paciente al que se le han de sustituir dientes posteroinferiores ausentes. C y D. Retrusión del canino y el primer premolar utilizando un tornillo óseo como anclaje. E. Dientes alineados antes de sustituir los dientes posteriores perdidos.

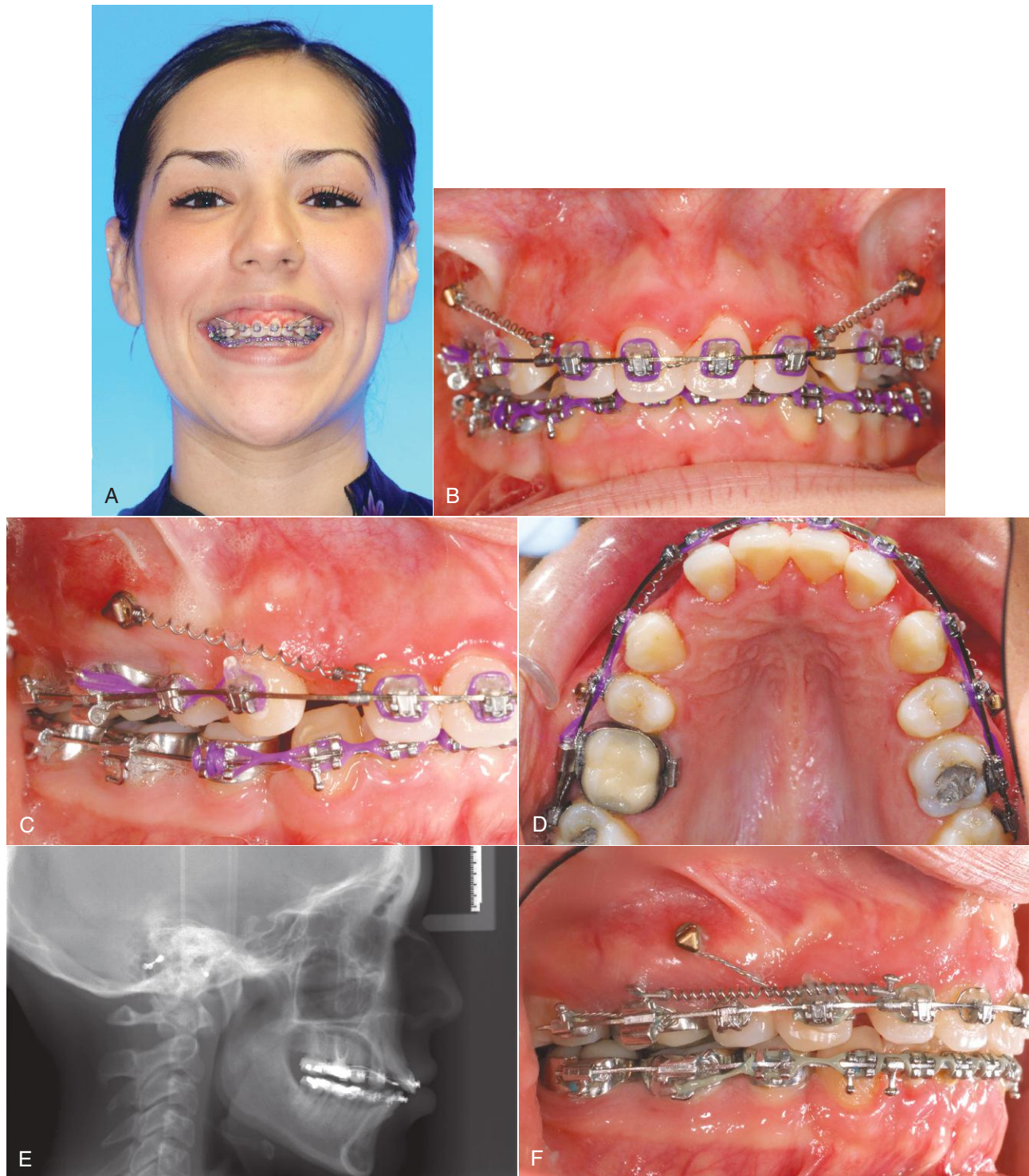


FIGURA 18-46 A-D. El plan de tratamiento para esta mujer de 26 años consistía en retraer el segmento de los incisivos superiores hacia los espacios de extracción de los primeros premolares, e intruir los incisivos superiores. En un primer momento se utilizaron unos tornillos óseos alveolares mesiales a los primeros molares como anclaje esquelético directo, y se fijaron a los mismos unos muelles de NiTi que suministraban una fuerza de 200 g. Para cerrar los huecos de extracción de los primeros premolares inferiores no se utilizó anclaje esquelético. E. Una radiografía cefalométrica de los progresos muestra la orientación de los incisivos tras el cierre parcial de los espacios. Obsérvese el arco auxiliar de intrusión colocado en el segmento anterior. F. Progresos en el cierre de los espacios de la arcada superior, con un cambio a anclaje indirecto tras la retracción del canino (se puede ver que se ha ligado fuertemente el canino al tornillo óseo para estabilizar el segmento posterior mientras continúa el cierre de espacios); la fuerza la suministra un muelle de NiTi colocado entre los segmentos posterior y anterior.

(Continúa)

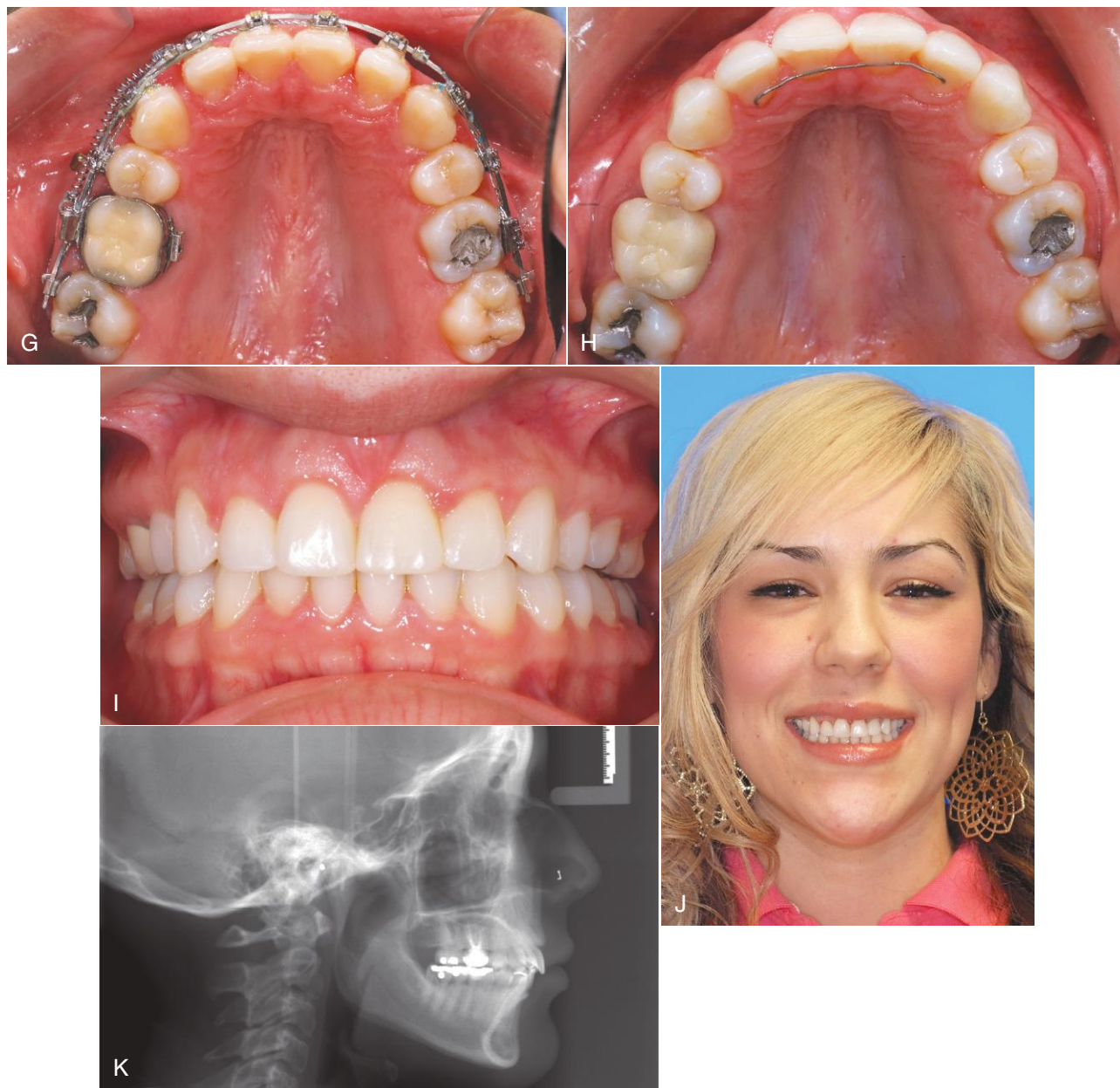


FIGURA 18-46 (cont.) G. Progresos del cierre de espacios, fotografía oclusal. H e I. Cierre de espacios completado. J. Sonrisa después del tratamiento; se puede apreciar la menor exposición de la encía superior y la mejor relación labiodental vertical. K. Radiografía cefalométrica obtenida después del tratamiento.

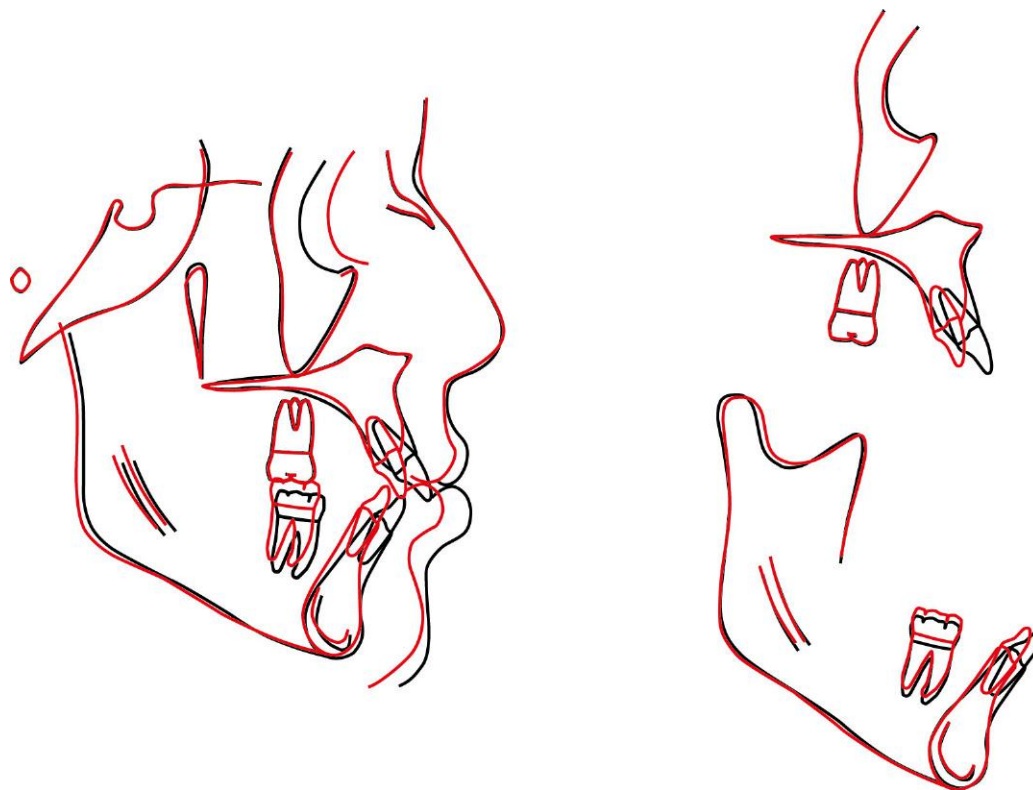


FIGURA 18-46 (cont.) L. Superposición cefalométrica que muestra la retracción y la intrusión de los incisivos maxilares. (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

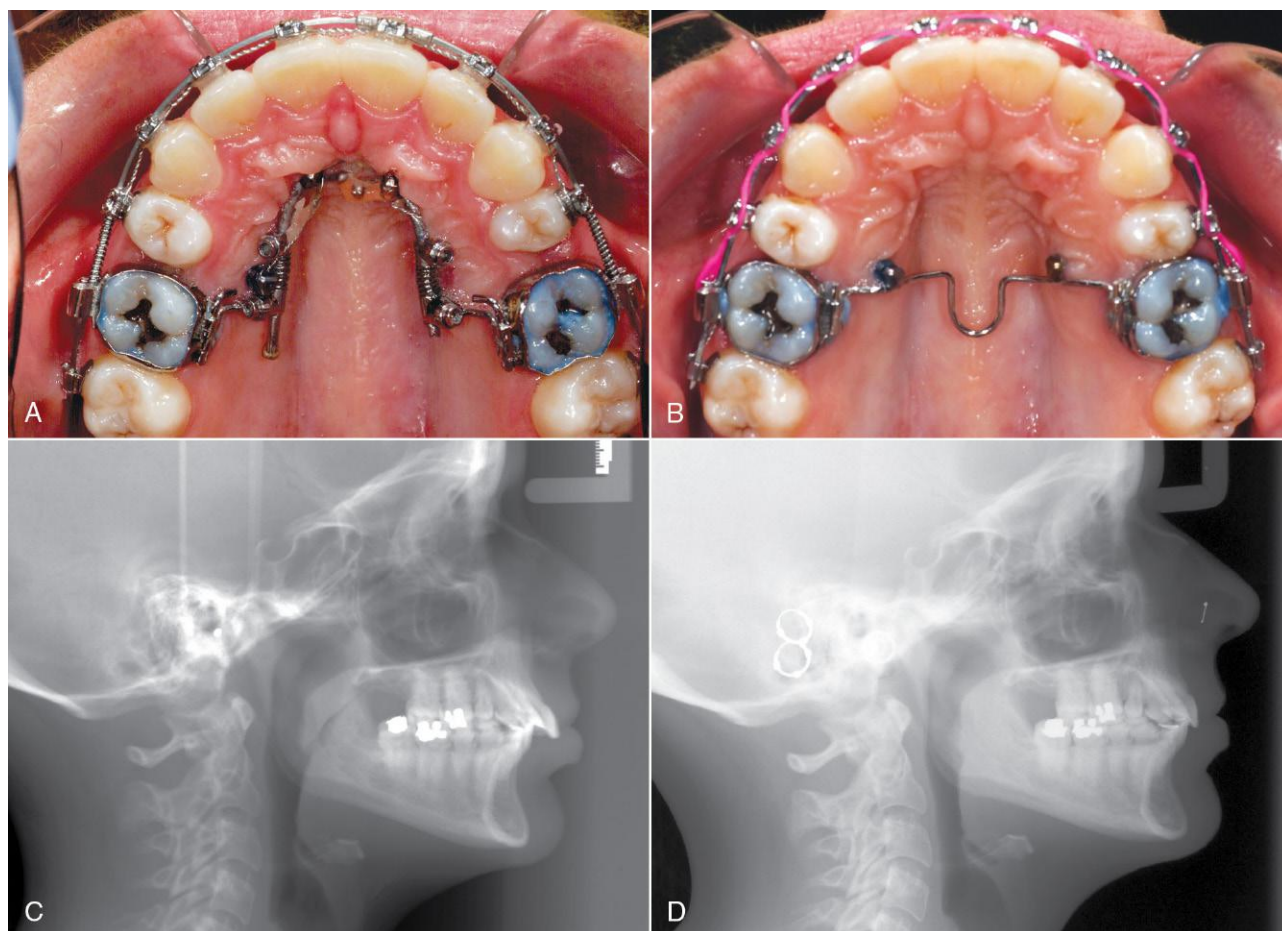


FIGURA 18-47 A. El plan de tratamiento para este paciente de 28 años con protrusión de la arcada superior y una maloclusión de clase II parcialmente corregida, a pesar de la extracción previa de los primeros premolares superiores, consistía en utilizar anclaje palatino con tornillos óseos bilaterales para distalizar toda la arcada superior. En un primer momento, se procedió a distalizar los molares para retraerlos a una relación de clase II en lugar de una superclase II. B. Posteriormente, se utilizaron los tornillos palatinos para estabilizar los molares mientras se retraían los demás dientes. C. En las radiografías cefalométricas obtenidas antes del tratamiento y (D) después del tratamiento se aprecia la reducción del resalte y la consecución de la relación molar deseada. (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

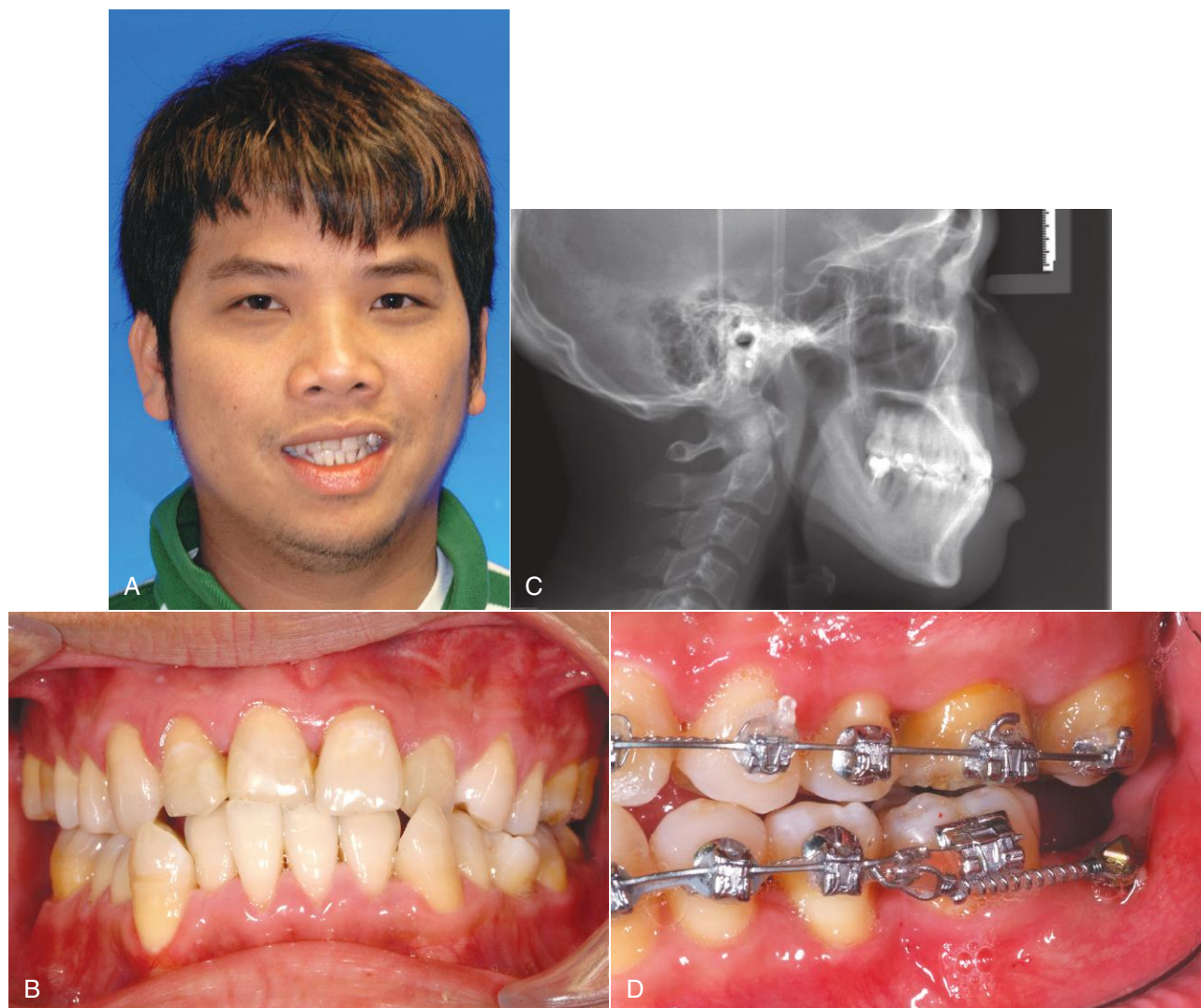


FIGURA 18-48 En pacientes de origen europeo no suele ser aconsejable retraer los incisivos inferiores para corregir una tendencia de clase III y una mordida cruzada anterior. Sin embargo, los asiáticos suelen tener un componente de protrusión dental inferior; en tal caso, la retracción de los incisivos o la distalización de toda la arcada inferior pueden corregir la mordida cruzada sin perjudicar el aspecto facial. **A** y **B**. Aspecto de la sonrisa y los dientes antes del tratamiento, con apiñamiento y protrusión moderada de los dientes anteriores de la arcada inferior. **C**. La radiografía cefalométrica obtenida antes del tratamiento muestra la protrusión de los incisivos inferiores. El paciente había perdido previamente un segundo molar inferior a causa de la caries, le habían endodonciado el otro y le habían extraído los terceros molares. El plan consistía en extraer el otro segundo molar inferior y distalizar toda la arcada para conseguir una mejor relación molar funcional, así como corregir la mordida cruzada. **D**. Se colocaron tornillos óseos bilaterales en el saliente bucal del proceso alveolar (mejor que colocar un tornillo en la rama mandibular cuando se puede disponer de esa zona), y se utilizaron resortes de NiTi para retraer la arcada dental.



FIGURA 18-48 (cont.) E y F. Aspecto de los dientes y (G) de la sonrisa después del tratamiento; se ha corregido el apiñamiento anterior de la arcada inferior y la mordida cruzada. La sonrisa ha mejorado considerablemente, con muy poco efecto sobre la prominencia aparente del mentón. (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

Protracción molar. Para cerrar espacios mediante el avance de los molares se puede emplear un minitornillo a modo de anclaje directo o indirecto. Generalmente es preferible el anclaje indirecto, uniendo el tornillo con alambre a un diente de anclaje, especialmente en el maxilar inferior, en donde el vestíbulo es más corto. El anclaje directo, utilizando un brazo de potencia desde el molar para que la línea de fuerza pase cerca del centro de resistencia, puede dar buenos resultados cuando hay que protraer un molar superior (fig. 18-49).

Intrusión

En los pacientes adultos, la intrusión de los dientes puede ser una posibilidad viable en dos casos: 1) una sobreerupción de los incisivos, que da lugar a una exposición excesiva y/o una mordida profunda anterior, y 2) una sobreerupción de los molares en una mordida abierta anterior con una altura facial

excesiva. En ocasiones, también está indicada la intrusión de otros dientes.

Intrusión de los incisivos. En los adolescentes y adultos jóvenes (de más de 18 años en chicas y 20 en chicos) con sobremordida excesiva, la elección entre intrusión de los incisivos y extrusión de los dientes posteriores suele resolverse a favor de la extrusión debido a que el crecimiento vertical la compensará. En los adultos, la elección debe ser con frecuencia la intrusión, mucho más efectiva cuando se puede realizar el anclaje esquelético con miniplacas o tornillos y cuando se utilizan arcos segmentados en lugar de continuos. El efecto práctico es dar más importancia al anclaje esquelético y al tratamiento con el arco segmentado en adultos que en pacientes jóvenes.

Un problema potencial con la intrusión en adultos comprometidos periodontalmente es que puede producir una posible profundización de las bolsas periodontales. Sí es cierto que,



FIGURA 18-49 A y B. Este varón de 28 años tenía una mordida cruzada anterior unilateral y una relación molar de clase III de media cúspide, con una ligera deficiencia esquelética del maxilar superior. El plan de tratamiento consistía en adelantar toda la arcada superior, utilizando anclaje esquelético para mantener la posición anteroposterior de la arcada inferior. C. Se emplearon tornillos óseos distales a los caninos para estabilizar los segmentos posteriores de la arcada superior, al mismo tiempo que se adelantaban los incisivos superiores para corregir la mordida cruzada. D. Posteriormente, se adelantaron los segmentos posteriores para cerrar el espacio distal a los caninos. Obsérvese el brazo de potencia utilizado para acercar el punto de aplicación de la fuerza al centro de resistencia de los dientes posteriores con el objeto de limitar su tendencia a la inclinación durante su avance. E y F. Aspecto de los dientes y oclusión posterior tras la conclusión del tratamiento. (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

idealmente, la intrusión de un diente llevará a la reinserción de las fibras periodontales, pero esto no es base para esperararlo. Lo que parece suceder, en cambio, es la formación de un rodete epitelial grueso, de manera que mejora mucho clínicamente la posición de la encía con respecto a la corona, sin aumentar la profundidad del sondaje periodontal. Los cortes histológicos de animales de experimentación muestran una invaginación relativa del epitelio, pero con una zona gruesa de contacto que no se puede sondar. Se podría pensar que esto pone al

paciente en riesgo de una destrucción periodontal rápida si recidiva la inflamación. Evidentemente, si tenemos en cuenta que los niveles óseos tienden a seguir la cuantía de la intrusión, nunca se debe intentar sin haber controlado perfectamente la inflamación. Por otra parte, si se mantiene una higiene adecuada, la experiencia clínica nos ha demostrado que es posible mantener los dientes que han sido tratados de este modo sin que se vean muy alteradas la longitud radicular y la altura ósea alveolar.²³

La proporción corona-raíz es un factor significativo en el pronóstico a largo plazo para un diente que ha sufrido pérdida ósea periodontal. El acortamiento de la corona ofrece la ventaja de mejorar la proporción corona-raíz. En adultos con pérdida ósea y mordida abierta anterior, el ortodoncista no debe dudar a la hora de extraer parte de la corona de los incisivos inferiores elongados como alternativa a la intrusión, cuando esto simplificaría la nivelación ortodóncica de la arcada y mejoraría el pronóstico periodontal. Las coronas de los incisivos inferiores han de acortarse cuidadosamente debido al posible efecto adverso de la exhibición de los dientes anteriores y en muchos casos es mejor optar por la intrusión de los incisivos abrasionados para poder restablecer la altura normal de la corona.²⁴

La mecanoterapia necesaria para intruir los incisivos en un adulto no se diferencia muchos de los métodos utilizados en pacientes más jóvenes que describimos con cierto detalle en los capítulos 9 y 14. No obstante, en los adultos es todavía más importante estabilizar cuidadosamente los segmentos de la arcada dental durante la intrusión de los incisivos, especialmente si el paciente ha sufrido también pérdida ósea periodontal. En estos casos resulta especialmente beneficioso el anclaje esquelético mediante tornillos óseos alveolares. También se puede recurrir a la intrusión diferenciada de los incisivos inferiores (con mayor intrusión en un lado, o intrusión en un lado y extrusión en el otro) para intentar corregir un plano oclusal superior inclinado, siempre que la inclinación no sea muy acusada (v. comentario sobre la deformidad en rollo en el capítulo 7). Este es otro ejemplo de movimiento dental que no se puede conseguir sin un anclaje esquelético.

Intrusión de los dientes posteriores para cerrar una mordida abierta anterior. En la mayoría de los pacientes con mordida abierta anterior se ha producido el alargamiento de los dientes posterio-superiores, de manera que la mandíbula rota hacia abajo y hacia atrás. El segmento incisal suele estar razonablemente bien posicionado con respecto al labio superior. La extrusión de los incisivos para cerrar la mordida en un paciente como este no es ni estéticamente aceptable ni estable, siendo la intrusión de los segmentos posteriores el método de tratamiento ideal. Llevar a cabo esta intrusión fue imposible hasta que a principios de la década de los setenta se desarrolló la cirugía maxilar segmentaria de manera que podían intruirse los segmentos posteriores. Actualmente, gracias al anclaje esquelético, la intrusión ortodóncica representa una alternativa viable a la cirugía (fig. 18-50).

El uso de miniplacas en la base del arco cigomático (v. fig. 15-7) ofrece un anclaje excelente para la intrusión de los dientes posteriores de la arcada superior. Estas placas se sujetan con varios tornillos y quedan cubiertas por los tejidos blandos orales. El accesorio para el anclaje del aparato ortodóncico atraviesa los tejidos blandos, preferiblemente por el punto de unión entre la encía y la mucosa.

El principal problema de las miniplacas es que necesitan más cirugía de la que la mayoría de los ortodoncistas están dispuestos a practicar, pero en estos momentos son muchos los cirujanos orales-maxilofaciales que no tienen la preparación necesaria para realizar este tipo de intervenciones, y es posible que no se pueda conseguir ayuda quirúrgica. Una posible alternativa es el uso de un tornillo óseo largo que penetre hasta la base del arco cigomático, y que los ortodoncistas que tienen experiencia con tornillos óseos alveolares pueden colocar sin problemas. Un tornillo de este tipo debe atravesar la encía adherida, si es

posible, ya que los tornillos óseos colocados en tejido sin adherir están más expuestos a las infecciones y a la proliferación tisular. Una separación preliminar de las raíces en la región en la que se va a insertar el tornillo permitirá evitar el contacto de este con las raíces y, por consiguiente, resulta muy aconsejable (fig. 18-51). Se puede introducir el tornillo por encima y entre el primer y el segundo molar (si se necesita también alguna retracción de la arcada superior como parte de una corrección de clase II) o por encima y entre el primer molar y el segundo premolar (si el paciente tiene además una tendencia ligera de clase III y es aconsejable un movimiento mesial de la arcada dental).

Se puede crear un sistema de fuerzas ideal para la intrusión utilizando resortes de A-NiTi, que proporcionan una fuerza conocida y relativamente constante dentro de un rango de activación bastante amplio. Una fuerza ascendente sobre la cara vestibular de los dientes posteriores tiende también a inclinar estos dientes en sentido vestibular, y es muy importante tomar medidas de control para evitarlo. Una posibilidad consiste en usar arcos linguales transpalatinos, pero es necesario controlar todos los dientes del segmento que se vaya a intruir. El método preferido actualmente consiste en colocar una placa cementada que cubra la superficie oclusal de los dientes, fabricada de tal modo que esté bastante retirada del paladar para permitir la intrusión. Cuando el maxilar inferior rota hacia arriba y hacia delante durante la intrusión de los dientes posteriores, puede resultar ventajoso añadir un componente de clase II o clase III a la fuerza, de manera que la arcada superior avance o retroceda ligeramente durante la intrusión para ayudar a conseguir el resalte correcto al término del tratamiento. Para facilitar este proceso se puede ajustar el punto de anclaje del resorte en la placa (fig. 18-52), y también ubicar el tornillo tal como se ha descrito anteriormente.

Incluso si se utiliza la fuerza leve y apropiada (no más de 50 g sobre un segmento posterior de tres dientes), la intrusión no es tan rápida como otros tipos de movimientos dentales. El cierre de espacios y la mayoría de los demás tipos de movimiento se producen a un ritmo de 1 mm al mes, aproximadamente. En el mejor de los casos, la intrusión posterior se produce a la mitad de este ritmo. Sin embargo, dado que 1 mm de intrusión de los dientes posteriores de la arcada superior se traduce en unos 2 mm de cierre de una mordida abierta anterior, para cerrar una mordida abierta de 4 mm se necesita generalmente el mismo número de meses (v. fig. 18-50). En este momento, se puede colocar el resto de un aparato fijo completo y se puede completar el resto del tratamiento necesario mientras el segmento intruido permanece ligado al tornillo o la miniplaca de anclaje. Tras la intrusión de los segmentos posteriores, los mismos anclajes utilizados para este propósito pueden servir como anclaje para la retracción o la protracción de la arcada superior.

No está muy claro hasta qué punto es posible intruir los dientes posteriores para cerrar una mordida abierta anterior, pero la experiencia disponible parece indicar que, por término medio, una intrusión posterior de 0,5 mm produce 1 mm de cierre de una mordida abierta anterior, y se pueden conseguir hasta 4 mm de intrusión. Cualquiera que sea el grado de intrusión que se consiga, parece igualmente que una parte de la misma (¿15-20%?) se perderá a corto plazo.²⁵ Esto parece indicar que es bastante factible cerrar una mordida abierta anterior de 4-6 mm mediante la intrusión de los molares, con una estabilidad razonablemente buena a corto y medio plazo (todavía no disponemos de datos fiables sobre la estabilidad a largo plazo). Es probable que para



FIGURA 18-50 La intrusión de los dientes posteriores de la arcada superior puede ser un tratamiento muy eficaz para un paciente adulto o adolescente mayor con un problema moderado de cara alargada y mordida abierta. **A.** A los 26 años de edad, antes del tratamiento para corregir una mordida abierta anterior y reducir la altura facial anterior. El mentón estaba desviado de 2 a 3 mm a la derecha, pero esto no suponía ningún problema. Una desviación del mentón inferior a 4 mm suele pasar desapercibida; la paciente no era consciente de ello. **B.** A los 27 años de edad, después del tratamiento. Han mejorado las proporciones faciales y se ha corregido la mordida abierta. **C.** Fotografía intraoral frontal en la que se aprecia la mordida abierta anterior de 6 mm y el contacto exclusivamente distal de los primeros y segundos molares. **D.** Fotografía lateral derecha al comienzo de la intrusión. Se ha utilizado un tornillo óseo largo en la base del cigoma para el anclaje, y una placa Erverdi modificada (placa AOB) para controlar los dientes. **E.** Fotografía palatina de la placa AOB; se pueden ver los arcos transpalatinos gemelos que conectan las férulas, y que deben estar separados inicialmente del paladar para que no entren en contacto con los tejidos blandos hasta que se haya completado la intrusión. **F.** La mordida abierta ya cerrada. No se ha corregido la ligera discrepancia dental de la línea media (la dentición inferior estaba desviada 2 mm a la derecha), ya que se habría desplazado la línea media superior respecto de la línea media facial. (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

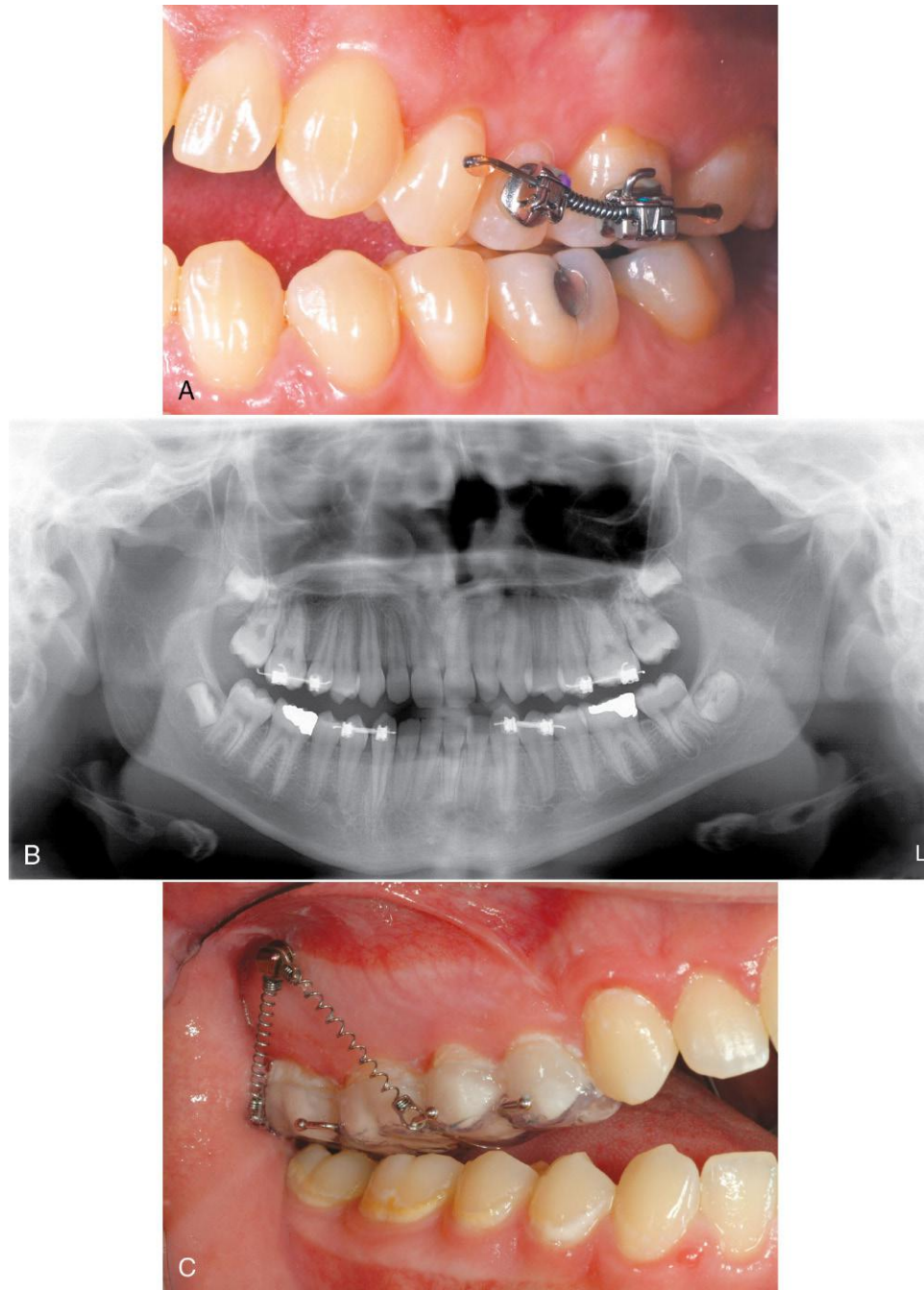


FIGURA 18-51 **A.** Antes de proceder a la intrusión de los segmentos posteriores de la arcada superior para corregir una mordida abierta anterior, se separan las raíces del segundo premolar y el primer molar para poder introducir un tornillo óseo alveolar entre sus raíces. **B.** Radiografía panorámica de otro paciente al que se estaba preparando para colocarle unos tornillos óseos para la intrusión de la arcada superior; se observa la divergencia radicular necesaria para poder colocar un tornillo largo en la base del arco cigomático. **C.** Tornillo óseo utilizado como anclaje para la intrusión; se ha colocado un aparato de Erverdi modificado para impedir la inclinación bucal de los dientes en el segmento de la intrusión. (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

conseguir un cierre mayor haya que recurrir a la cirugía para recolocar superiormente el maxilar superior.

Anclaje esquelético desde el punto de vista del paciente y el odontólogo

¿Cuánto le cuesta a los pacientes tolerar el anclaje esquelético, y cuánto le cuesta a los odontólogos colocarlo y utilizarlo? Los mejores datos disponibles corresponden a las miniplacas, e indican que los pacientes las aceptan bastante bien y que los

problemas por el uso de estos anclajes con múltiples tornillos son sorprendentemente pequeños (fig. 18-53).²⁶ Después de 1 año, el 83% de los pacientes aseguraba que su experiencia con el anclaje esquelético había sido mejor de lo que esperaban, y el 73% afirmaba que no le importaba llevar la miniplaca de anclaje. La mayoría comentaba que no había experimentado el dolor que creía que iba a sentir. No se ha publicado ningún estudio parecido sobre la reacción de los pacientes a los tornillos óseos, pero utilizando como criterio la estabilidad, aproximadamente el



FIGURA 18-52 A. Férula oclusal para la intrusión de los dientes posteriores de la arcada superior. Los arcos linguales están separados del paladar con el fin de que haya espacio para que se produzca la intrusión sin que se claven en los tejidos blandos. B. Resortes de intrusión a un anclaje óseo con una fuerza de clase II y una fuerza de dirección vertical. C. Resortes de intrusión con una dirección de tracción de clase III. (Por cortesía del Dr. N. Scheffler.)

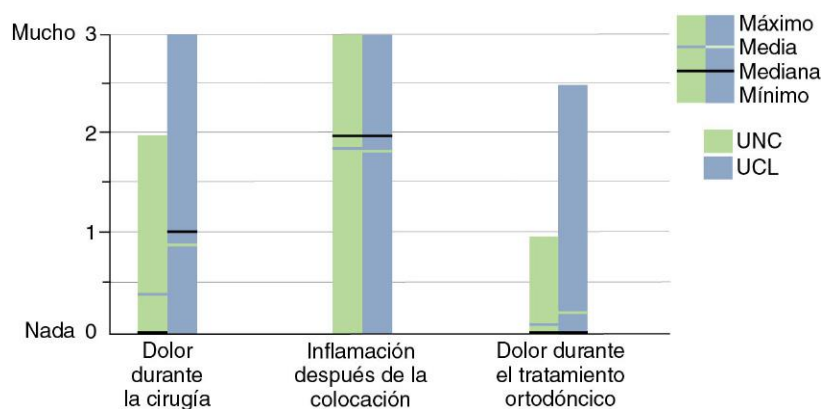


FIGURA 18-53 Dolor e inflamación registrados por los pacientes tratados con miniplacas como anclajes esqueléticos temporales en las universidades de Carolina del Norte (UNC) y Lovaina (UCL). (Reproducido a partir de Cornelis MA, et al. Am J Orthod Dentofac Orthop 133:18-24, 2008.)

85% de los tornillos óseos resultan satisfactorios tras un período de 1 año (v. más detalles en el capítulo 10).

Los médicos también reaccionaron favorablemente a las miniplacas. En una escala de 1 a 4 (de muy fácil a muy difícil), los cirujanos que colocaron el anclaje esquelético valoraron la intervención con una puntuación de 1,7. El tiempo medio necesario para colocar una miniplaca con dos o tres tornillos fue de 15 min. Los ortodoncistas que intervinieron en estos casos consideraban inicialmente que el tratamiento iba ser algo

difícil o muy difícil. Sin embargo, con el uso de las miniplacas, esos mismos casos fueron considerados muy fáciles o moderadamente fáciles, y los ortodoncistas juzgaron que el uso de anclaje esquelético resultó muy sencillo o moderadamente sencillo en todos los momentos evaluados (fig. 18-54). En el control realizado después de 1 año, todos los ortodoncistas afirmaron que volverían a utilizar el anclaje esquelético, y su nivel de satisfacción fue de 3,8 en una escala de 1 a 4 (3: moderadamente satisfechos, 4: muy satisfechos).

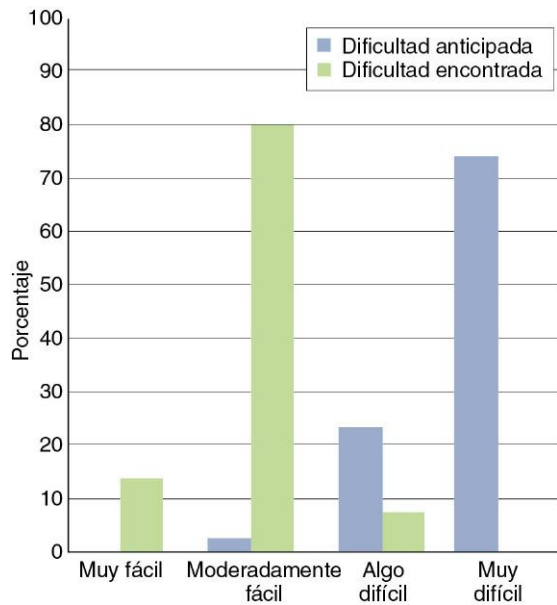


FIGURA 18-54 Expectativas de los ortodoncistas en la Universidad de Carolina del Norte acerca de la dificultad para tratar a pacientes para los que se planificaron miniplacas como anclajes y las dificultades reales que encontraron. Aunque los ortodoncistas habían esperado que casi todos los casos (98%) serían difíciles o muy difíciles, valoraron todo el tratamiento que se llevó a cabo como muy fácil (15%) o moderadamente fácil (80%), y ninguno como muy difícil. (Reproducido a partir de Cornelis MA, et al. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:18-24, 2008.)

En resumen, desde su punto de vista, los pacientes toleraron bastante bien el anclaje esquelético temporal. Los cirujanos opinaron que su colocación era muy rápida y relativamente sencilla, y los ortodoncistas comprobaron que su uso redujo considerablemente la dificultad del tratamiento de estos pacientes. A pesar de todo esto, también hay problemas. Estos consisten fundamentalmente en el aflojamiento y la retirada prematura del tornillo o la miniplaca, y el eritema o la irritación alrededor de la cabeza del tornillo o del tubo de la miniplaca que sale a la boca. Estos problemas se observan también con los tornillos óseos alveolares. Con mayor experiencia clínica llegaremos a controlar mejor estos problemas.

Acabado y retención

El acabado ortodóncico en los pacientes adultos no difiere significativamente del acabado en pacientes más jóvenes, con la excepción de que en los pacientes mayores no suele estar indicado el uso de posicionadores como dispositivos de acabado, y definitivamente no deberían utilizarse en aquellos pacientes con pérdida ósea periodontal moderada o grave. En estos pacientes hay que conseguir su relación ortodóncica final con arcos de alambre, y estabilizarla después con unos retenedores colocados inmediatamente, antes de proceder al equilibrado para conseguir el acabado final de las relaciones oclusales.

Los retenedores ortodóncicos tradicionales sirven en parte para permitir que cada diente se mueva durante la actividad funcional, con independencia de sus vecinos, para conseguir restablecer la arquitectura periodontal normal. Evidentemente, esto no se aplica a aquellos pacientes que han sufrido una pérdida

ósea periodontal significativa y tienen dientes móviles. En estos casos, es necesario inmovilizar los dientes con una férula a corto y largo plazo. A menudo, la mejor solución consiste en colocar un retenedor *suck-down* transparente inmediatamente después de retirar el aparato ortodóncico; pero en los adultos con pérdida ósea es necesario tapar con cera las zonas de relieve de los modelos antes de fabricar el retenedor; en caso contrario, será difícil o incluso imposible colocar y retirar el retenedor. Otras posibilidades a corto plazo son el uso de una férula oclusal que proporcione un indexado positivo de los dientes y se extienda en sentido bucolingual para mantener la posición dental, o el uso de un retenedor envolvente como se explica en el capítulo 17. Normalmente, si se utilizan férulas a largo plazo hay que emplear restauraciones coladas.

Existe una diferencia importante en la retención de los adultos a los que se han intruido los dientes posteriores de la arcada superior para cerrar una mordida abierta anterior. Todavía no se ha estudiado adecuadamente la estabilidad a largo plazo de este tratamiento, pero parece claro que es probable que se produzca algún rebote tras la intrusión. Es importante ligar los segmentos posteriores al anclaje esquelético durante el tratamiento ortodóncico inmediatamente posterior a la intrusión; considerar la posibilidad de dejar anclajes en los dientes posteriores al retirar el resto de brackets y bandas para que estos dientes puedan permanecer ligados al anclaje esquelético durante el primer año de retención, y usar un retenedor con bloques de mordida posteriores (v. fig. 17-7) después de retirar los anclajes esqueléticos.

Bibliografía

- Grubb JE, Greco PM, English JD, et al. Radiographic and periodontal requirements of the American Board of Orthodontics: a modification in the case display requirements for adult and periodontally involved adolescent and preadolescent patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 134:3-4, 2008.
- Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, et al. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:27-35, 2009.
- Fritz U, Diedrich P, Wiechmann D. Lingual technique — patients' characteristics, motivation and acceptance. Interpretation of a retrospective survey. *J Orofac Orthop* 63:227-233, 2002.
- Esteves T, Ramos AL, Pereira CM, et al. Orthodontic root resorption of endodontically treated teeth. *J Endodont* 33:119-122, 2007.
- Thilander B. Infrabony pockets and reduced alveolar bone height in relation to orthodontic therapy. *Semin Orthod* 2:55-61, 1996.
- Ogihara S, Wang HL. Periodontal regeneration with or without limited orthodontics for the treatment of 2- or 3-wall infrabony defects. *J Periodontol* 81:1734-1742, 2010.
- Ziskind D, Schmidt A, Hirschfeld Z. Forced eruption technique: Rationale and technique. *J Pros Dent* 79:246-248, 1998.
- Sheridan JJ. *Air Rotor Stripping (ARS) Manual*. New Orleans: Raintree Essix; 2005.
- Grauer D, Heymann GC. Clinical management of tooth-size discrepancies. *J Esthetic Restorative Dent*, in press.
- Heymann GC, Grauer D. Contemporary approach to orthodontic retention. *J Esthetic Restorative Dent*, in press.
- Phillips C, Broder HL, Bennett ME. Dentofacial disharmony: motivations for seeking treatment. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 12:7-15, 1997.
- Dahlström L, Carlsson GE. Temporomandibular disorders and oral health-related quality of life. A systematic review. *Acta Odontol Scand* 68:80-85, 2010.
- Mohlin B, Axelsson S, Paulin G, et al. TMD in relation to malocclusion and orthodontic treatment. *Angle Orthod* 77:542-548, 2007.

14. Macfarlane TV, Kenealy P, Kingdon HA, et al. Twenty-year cohort study of health gain from orthodontic treatment: temporomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 135:692.e1-8; discussion 692-693, 2009.
15. Okeson JP. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*. 6th ed. St. Louis: Mosby-Elsevier; 2008.
16. Rugh JD, Solberg WK. Oral health status in the United States: temporomandibular disorders. *J Dent Educ* 49:399-405, 1985.
17. Brown LJ, Brunelle JA, Kingman A. Periodontal status in the United States, 1988-91: Prevalence, extent, and demographic variation. *J Dent Res* 75:672-683, 1996.
18. Türkkahraman H, Sayin MO, Bozkurt FY, et al. Archwire ligation techniques, microbial colonization, and periodontal status in orthodontically treated patients. *Angle Orthod* 75:231-236, 2005.
19. Oh TJ, Eber R, Wang HL. Periodontal diseases in the child and adolescent. *J Clin Periodontol* 29:400-410, 2002.
20. Grauer D, Proffit WR. Accuracy in tooth positioning with fully customized lingual orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 140:433-443, 2011.
21. Damon D. Treatment of the face with biocompatible orthodontics: In: Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL, eds. *Orthodontic Principles and Techniques*, 4th ed. St Louis: Elsevier/Mosby; 2005.
22. Lin J. *Creative orthodontics blending the Damon system and TADs to manage difficult malocclusions*. Taipei: Yong Chieh Co.; 2007.
23. Melsen B. Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 96:232-241, 1989.
24. Bellamy LJ, Kokich VG, Weissman JA. Using orthodontic intrusion of abraded incisors to facilitate restoration: the technique's effects on alveolar bone level and root length. *J Am Dent Assoc* 139:725-733, 2008.
25. McCall G. The efficacy of temporary skeletal anchorage versus maxillary osteotomy in the treatment of anterior open bite, MS thesis Chapel Hill: Univ of North Carolina; 2012.
26. Cornelis MA, Scheffler NR, Nyssen-Behets C, et al. Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: a prospective study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 133:18-24, 2008.

CAPÍTULO

19

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO Y ORTODÓNCICO COMBINADO

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

INDICACIONES PARA LA CIRUGÍA ORTOGNÁTICA DESARROLLO DE LA CIRUGÍA ORTOGNÁTICA EL PACIENTE LÍMITE: CAMUFLAJE FRENTE A CIRUGÍA

- Gravedad de la maloclusión como indicación para la cirugía
- Cirugía ortognática frente a anclaje esquelético temporal
- Consideraciones estéticas y psicosociales
- Simulación por ordenador de los resultados de tratamientos alternativos
- Extracción de los dientes y decisión de camuflaje/cirugía

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS CONTEMPORÁNEAS

- Cirugía mandibular
- Cirugía maxilar
- Cirugía dentoalveolar
- Osteogenia de distracción
- Procedimientos faciales complementarios
- Estabilidad posquirúrgica y resultados clínicos

CONSIDERACIONES ESPECIALES EN EL PLAN DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

- Cronología del tratamiento quirúrgico
- Corrección de problemas verticales y anteroposteriores combinados
- Otras consideraciones

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO-ORTODÓNCICO COMBINADO: ¿QUIÉN HACE QUÉ? ¿CUÁNDO?

- Consideraciones sobre aparatos ortodóncicos
- Ortodoncia prequirúrgica
- Control del paciente durante la cirugía
- Cuidado posquirúrgico
- Ortodoncia posquirúrgica

INDICACIONES PARA LA CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

Cuando los problemas ortodóncicos del paciente son tan graves que ni siquiera la modificación del crecimiento ni el camuflaje son una buena solución, el único tratamiento posible es la realineación quirúrgica de los maxilares o la recolocación de los segmentos dentoalveolares. En este tipo de pacientes, la cirugía no es un sustituto de la ortodoncia, sino que se debe coordinar adecuadamente con la misma y con otros tratamientos odontológicos para poder conseguir resultados globales aceptables. Los espectaculares adelantos de los últimos años han permitido combinar estos tratamientos para corregir muchos problemas graves, que eran intratables hace tan solo unos años (fig. 19-1).

DESARROLLO DE LA CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

El tratamiento quirúrgico del prognatismo mandibular se inició a comienzos del siglo xx con un tratamiento ocasional basado en la osteotomía, la extracción de un molar o premolar y un bloque de hueso adjunto. Edward Angle, al hablar de un paciente que se había sometido a este tipo de tratamiento 100 años antes, explicaba cómo se podían haber mejorado los resultados si se hubiesen empleado aparatos ortodóncicos y férulas oclusales. Aunque las técnicas para retrotraer una mandíbula prominente fueron progresando gradualmente durante la primera mitad del siglo xx, la introducción de la osteotomía de división sagital de rama en 1957 marcó el comienzo de una nueva era para la cirugía ortognática.¹ En esta técnica se utilizaba la vía intraoral, obviando la necesidad de realizar una incisión cutánea que puede llegar a desfigurar al paciente. El diseño de la férula sagital representaba además un método biológicamente adecuado para elongar o acortar la mandíbula con los mismos cortes óseos,

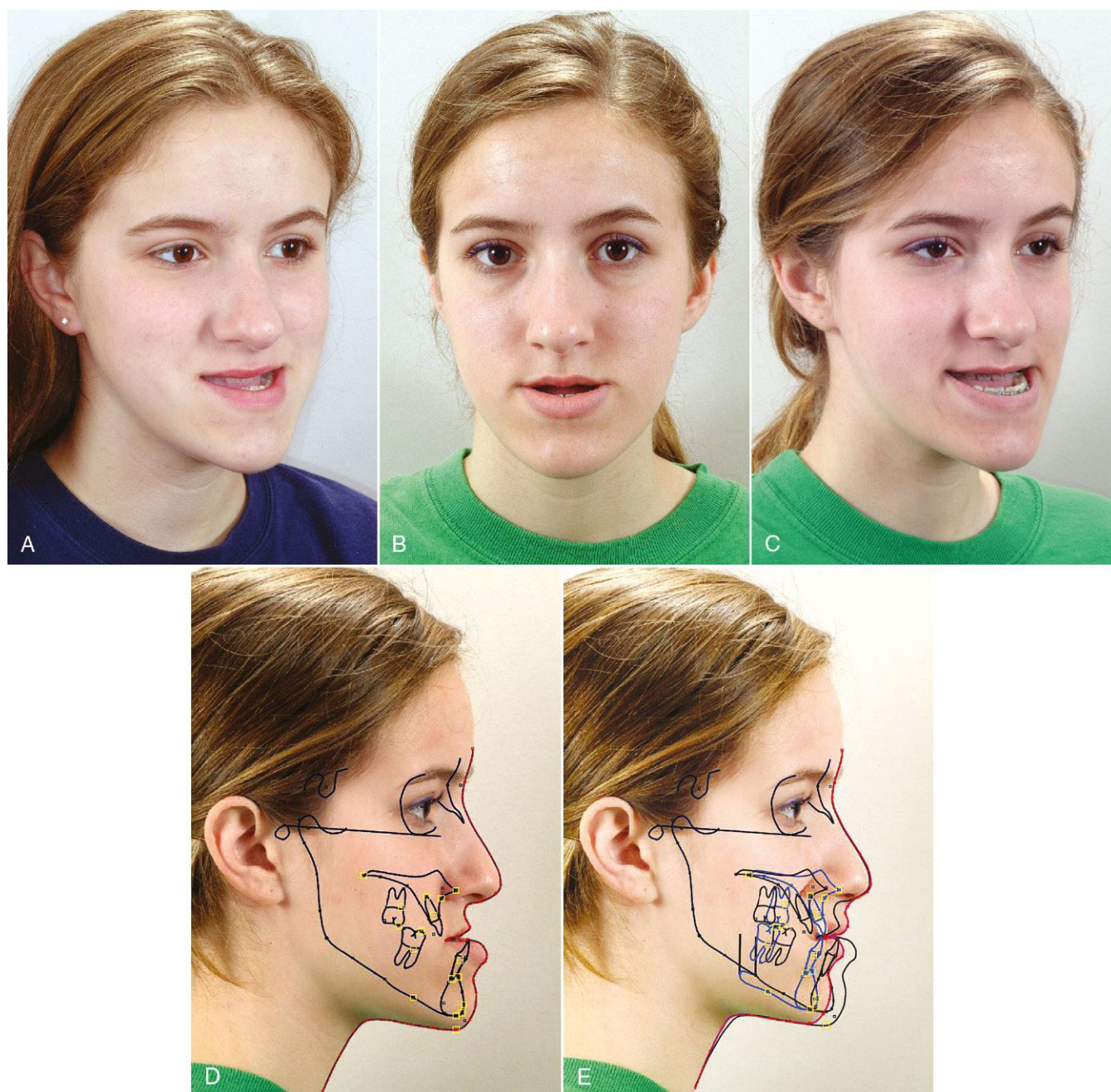


FIGURA 19-1 **A.** A la edad de 14 años, cuando acudió por primera vez a la consulta de ortodoncia, esta chica presentaba una importante deficiencia anteroposterior y vertical del maxilar superior (los incisivos superiores no quedaban al descubierto al sonreír) y un maxilar inferior de gran tamaño. Aunque había alcanzado la madurez sexual 3 años antes, se optó por solicitar una radiografía cefalométrica y volver a verla al cabo de 1 año para asegurarse de que realmente había concluido el crecimiento mandibular activo antes de iniciar la preparación ortodóncica para la cirugía ortognática. El tratamiento comenzó a la edad de 15 años, con el objetivo de suprimir la compensación dental a la discrepancia esquelética. Para ello hubo que extraer los primeros premolares superiores para poder retraer los incisivos superiores proclinados, y tratar la arcada inferior sin extracciones y una cierta proclinación de los incisivos inferiores. Aunque la paciente tenía una mordida cruzada bucal, al colocar los modelos dentales en oclusión de clase I se comprobó que cuando se corregía la discrepancia anteroposterior entre ambos maxilares las relaciones dentales transversales eran casi normales, razón por la que no era necesario expandir la arcada superior. **B y C.** A la edad de 17 años, tras la ortodoncia prequirúrgica, con la que empeoró provisionalmente el aspecto facial. Es importante que los pacientes sepan esto de antemano. **D.** En ese momento, se superpuso el calco cefalométrico a la fotografía facial, de manera que **(E)** se pudieran predecir los posibles resultados de diferentes combinaciones de avance maxilar y retroceso mandibular.

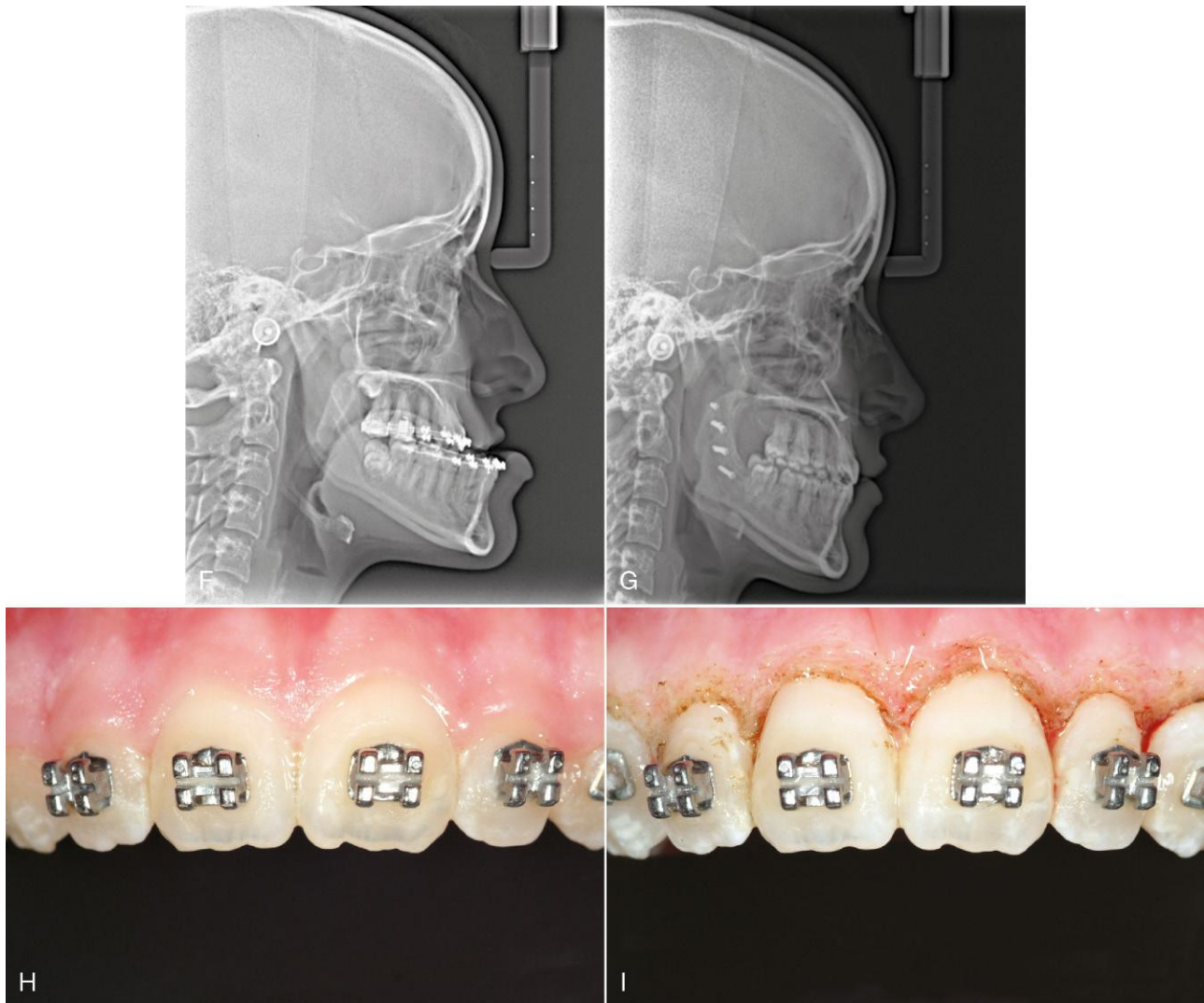
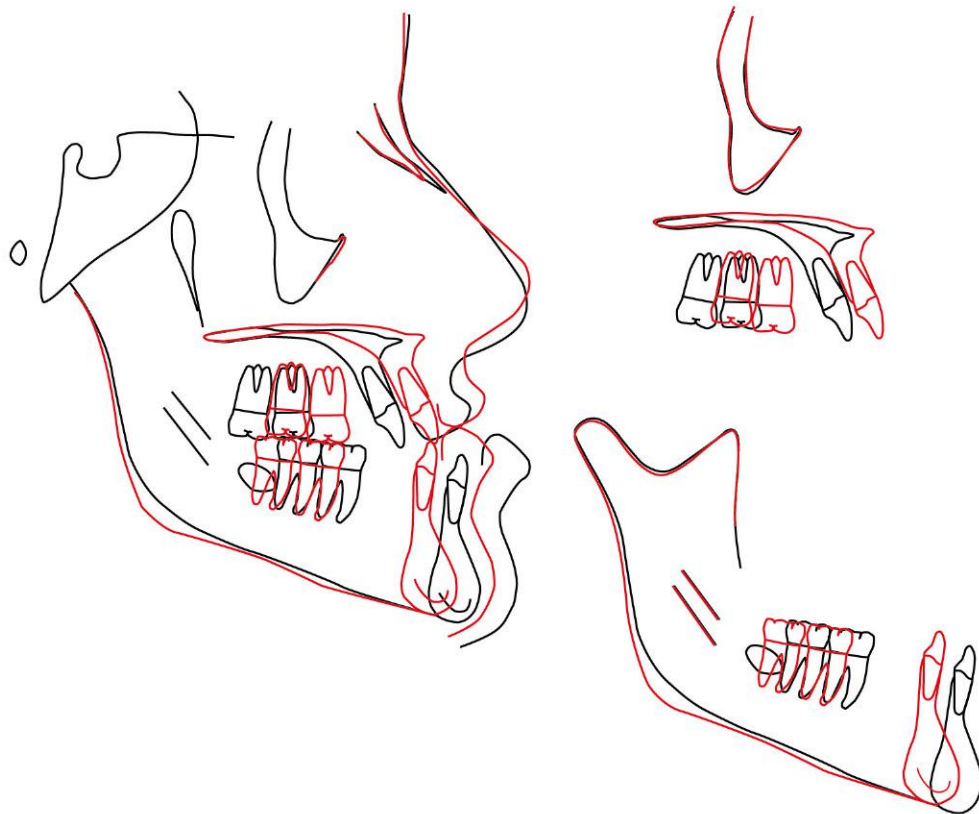


FIGURA 19-1 (cont.) F. Radiografía cefalométrica prequirúrgica. El plan quirúrgico consistía en adelantar 5 mm y hacer bajar ligeramente el maxilar superior, retraer 5 mm el maxilar inferior, y practicar una rinoplastia para corregir el descenso de la punta de la nariz y reducir la anchura de la base alar. G. Radiografía cefalométrica posquirúrgica. H. Al término de la ortodoncia posquirúrgica, las coronas de los incisivos centrales eran desproporcionadamente anchas para su altura debido a la proliferación gingival. I. Se remodelaron los márgenes gingivales con un láser de diodos.

(Continúa)



M

FIGURA 19-1 (cont.) J-L. Fotografías de la sonrisa frontal y oblicua y del perfil en reposo al término del tratamiento. M. Superposición de los trazados cefalométricos en la que se aprecian los cambios del perfil durante el tratamiento.

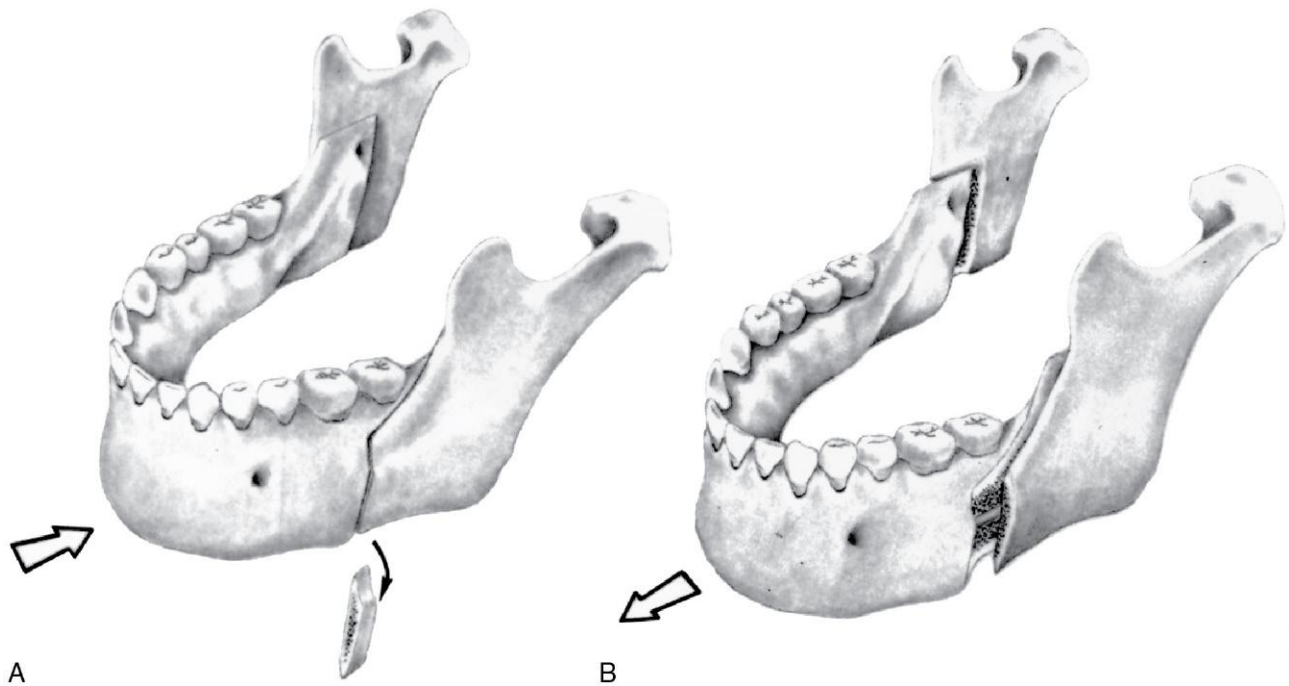


FIGURA 19-2 La osteotomía de división sagital puede servir para retrasar o adelantar la mandíbula, como se puede ver en las imágenes A y B, respectivamente.

lo que permitía tratar la deficiencia o el exceso mandibulares (fig. 19-2).

Durante la década de los sesenta, los cirujanos estadounidenses empezaron a utilizar y a modificar técnicas de cirugía maxilar, desarrolladas en Europa y, tras una década de rápida progresión en la cirugía maxilar, se desarrolló la técnica de fractura horizontal de LeFort I que permitía recolocar el maxilar en los tres planos espaciales (fig. 19-3).^{2,3} En la década de los ochenta, se consiguió recolocar uno o ambos maxilares, desplazar el mentón en los tres planos espaciales y recolocar quirúrgicamente los segmentos dentoalveolares, según fuera necesario. En la década de los noventa disminuyeron considerablemente las molestias de los pacientes gracias a la fijación rígida interna, que hizo innecesaria la inmovilización de los maxilares, y al mejor conocimiento de los patrones típicos de cambios posquirúrgicos, que permitió obtener unos resultados quirúrgicos más estables y predecibles. Con la introducción de la osteogénesis facial por distracción al cambiar de siglo y gracias a su rápido desarrollo se hizo posible lograr movimientos mayores en los maxilares y tratar a los pacientes con los problemas más graves a edades más tempranas (normalmente pacientes con síndromes).

En la actualidad, se puede planificar el tratamiento combinado quirúrgico-ortodóncico de los problemas dentofaciales graves de cualquier tipo. Este capítulo presenta una visión general del tratamiento quirúrgico actual, que se explica detalladamente en *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity* (St. Louis, Mosby, 2003; ahora disponible en edición electrónica).

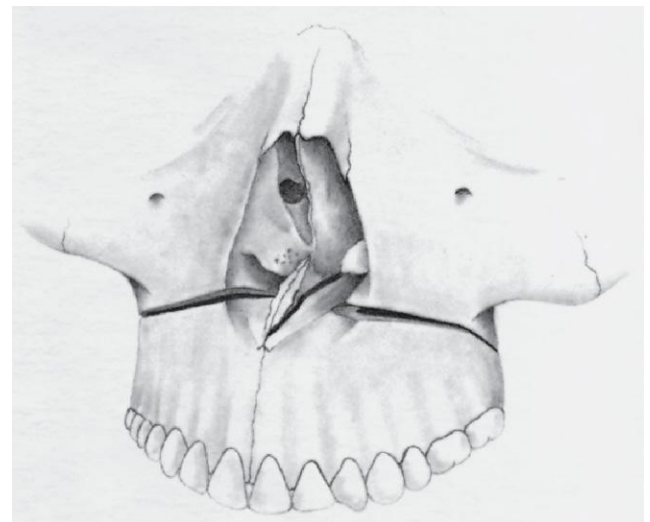


FIGURA 19-3 Localización de los cortes de osteotomía para la técnica de fractura inferior de LeFort I, que permite desplazar fácilmente el maxilar superior hacia arriba y hacia delante. También es posible moverlo hacia abajo, pero se necesita una retención muy cuidadosa durante el período de cicatrización. Es muy difícil moverlo hacia atrás, debido a las estructuras que hay por detrás del maxilar superior, pero es fácil retraer unos incisivos prominentes mediante una osteotomía segmentaria hacia el espacio de extracción de un premolar.

EL PACIENTE LÍMITE: CAMUFLAJE FRENTE A CIRUGÍA

Gravedad de la maloclusión como indicación para la cirugía

Obviamente, las indicaciones para la cirugía son un problema demasiado amplio para la ortodoncia. En la actualidad, se puede al menos fijar en parte los límites del tratamiento ortodóncico. Como indican los diagramas de las «capas de discrepancia» (fig. 19-4), los límites varían en función de la movilización dental necesaria (los dientes pueden moverse más en unas direcciones que en otras) y de la edad del paciente (los límites para la movilización dental varían poco o nada con la edad, pero el crecimiento solo puede modificarse durante la fase de crecimiento activo). Dado que la modificación del crecimiento en los niños permite mayores cambios que los que se pueden conseguir solo con la movilización dental en los adultos, algunas alteraciones que podrían haberse tratado únicamente con medidas ortodóncicas durante la infancia (p. ej., 1 cm de resalte) se convierten en problemas quirúrgicos en los adultos. Por otra parte, algunas alteraciones que pueden parecer menos graves en un primer momento (p. ej., 5 mm de resalte inverso), pueden llegar a necesitar tratamiento quirúrgico incluso a edades tempranas.

Hay que tener en cuenta que las capas de discrepancia marcan los límites de los cambios de los tejidos duros hacia una oclusión ideal, *siempre que* no se apliquen otros límites relacionados con los objetivos prioritarios del tratamiento. De hecho, las limitaciones establecidas por los tejidos blandos (que no se reflejan en las capas de discrepancia) suelen ser un factor muy importante en la elección entre el tratamiento ortodóncico o quirúrgico-ortodóncico. Resulta problemático medir las distancias en milímetros hasta la posición condilar ideal para una función normal, e imposible medir las distancias respecto de la estética ideal. En los capítulos 6 y 7 se analizan más detalladamente las consideraciones sobre los tejidos blandos en el tratamiento moderno, algo esencial cuando se evalúa el camuflaje frente a la cirugía.

Cirugía ortognática frente a anclaje esquelético temporal

Desde que surgió la posibilidad de utilizar el anclaje esquelético temporal en forma de miniplacas o de tornillos óseos, muchos ortodoncistas se han preguntado si esto ayudaría a reducir el número de pacientes que necesitan tratamiento quirúrgico. En el capítulo 18 describimos detalladamente las aplicaciones que tiene el anclaje esquelético en el tratamiento de los adultos. Evidentemente, el movimiento dental en un paciente con una discrepancia intermaxilar es un tratamiento de camuflaje, que solo dará resultado si la discrepancia intermaxilar deja de ser visible y de representar un problema. Es cierto que el anclaje esquelético permite retraer aún más los incisivos superiores prominentes en un paciente con deficiencia mandibular. Esto tiene las mismas probabilidades de corregir el problema que de hacer fracasar el camuflaje. Los límites del tratamiento ortodóncico son más una cuestión de aspecto facial que de anclaje.

Sin embargo, hay dos situaciones en las que el anclaje esquelético puede ser una alternativa viable a la cirugía ortognática. La elevación del maxilar superior mediante una osteotomía de LeFort I es un tratamiento de resultados muy estables y predecibles que ha permitido corregir problemas de mordida abierta anterior/cara alargada que antes no tenían tratamiento. El uso de miniplacas en la base del arco cigomático o de tornillos óseos largos que lleguen hasta esa misma zona permite intruir los dientes posteriores de la arcada superior (v. figs. 18-50 a 18-52). Actualmente podemos conseguir una intrusión de 3-4 mm con una recidiva previsible a corto plazo de 1 mm, aproximadamente; en un paciente medio se puede cerrar la mordida abierta 2 mm por cada milímetro de intrusión posterior. No obstante, hasta la fecha no se ha podido determinar la estabilidad a largo plazo de este tratamiento ni los límites de la intrusión. En los próximos años podremos conocer mejor las indicaciones y contraindicaciones de la intrusión posterior.

La otra posibilidad interesante de anclaje esquelético es la protracción del maxilar superior en niños preadolescentes (v. capítulo 13). Actualmente, sabemos que los elásticos de clase III unidos a anclajes esqueléticos en la zona posterior del maxilar superior y la zona anterior del maxilar inferior son más eficaces que un casquete de tracción inversa sobre los dientes a la hora de intentar adelantar el maxilar superior. No obstante, igual que en el caso del tratamiento con una máscara facial, el momento de la verdad llega durante la adolescencia, cuando el crecimiento mandibular puede hacer reaparecer un problema de clase III. ¿Es posible adelantar el maxilar superior a los 10-12 años de edad para evitar la necesidad de un avance quirúrgico posterior? Esto parece posible en algunos niños, pero no disponemos de datos sobre resultados a largo plazo, y cuanto mayor sea el prognatismo mandibular en comparación con la deficiencia maxilar, mayores serán las probabilidades de que el crecimiento obligue finalmente a recurrir a la cirugía.

Consideraciones estéticas y psicosociales

Está perfectamente documentado el efecto negativo que tiene cualquier desfiguración facial sobre el bienestar psíquico y social,^{4,5} y esta es evidentemente la causa por la cual la mayoría de los pacientes buscan tratamiento ortodóncico. Aquellos que parecen diferentes reciben un trato diferente, y esto llega a ser un obstáculo social. El tratamiento para vencer la discriminación social no es «solo estético». No resulta inútil ni irracional desear un cambio estético que pueda mejorar en general la calidad de vida de una persona. No resulta sorprendente que la motivación para mejorar la apariencia facial sea aún mayor en aquellas personas que presentan mayores desviaciones de lo normal y que pueden requerir cirugía ortognática. Si mejorar la apariencia es el objetivo principal del tratamiento, tiene sentido que además de los maxilares y los dientes, también se tengan en cuenta los cambios en la nariz y quizá otros cambios en los contornos de los tejidos blandos faciales que se pueden lograr con la cirugía plástica facial al planificar el tratamiento. La integración de la cirugía plástica facial y la ortognática es una tendencia actual y totalmente racional.

La gran mayoría de los pacientes que se someten a procedimientos ortognáticos suelen estar satisfechos a largo plazo con el resultado (entre el 80 y el 90% dependiendo del tipo de cirugía).

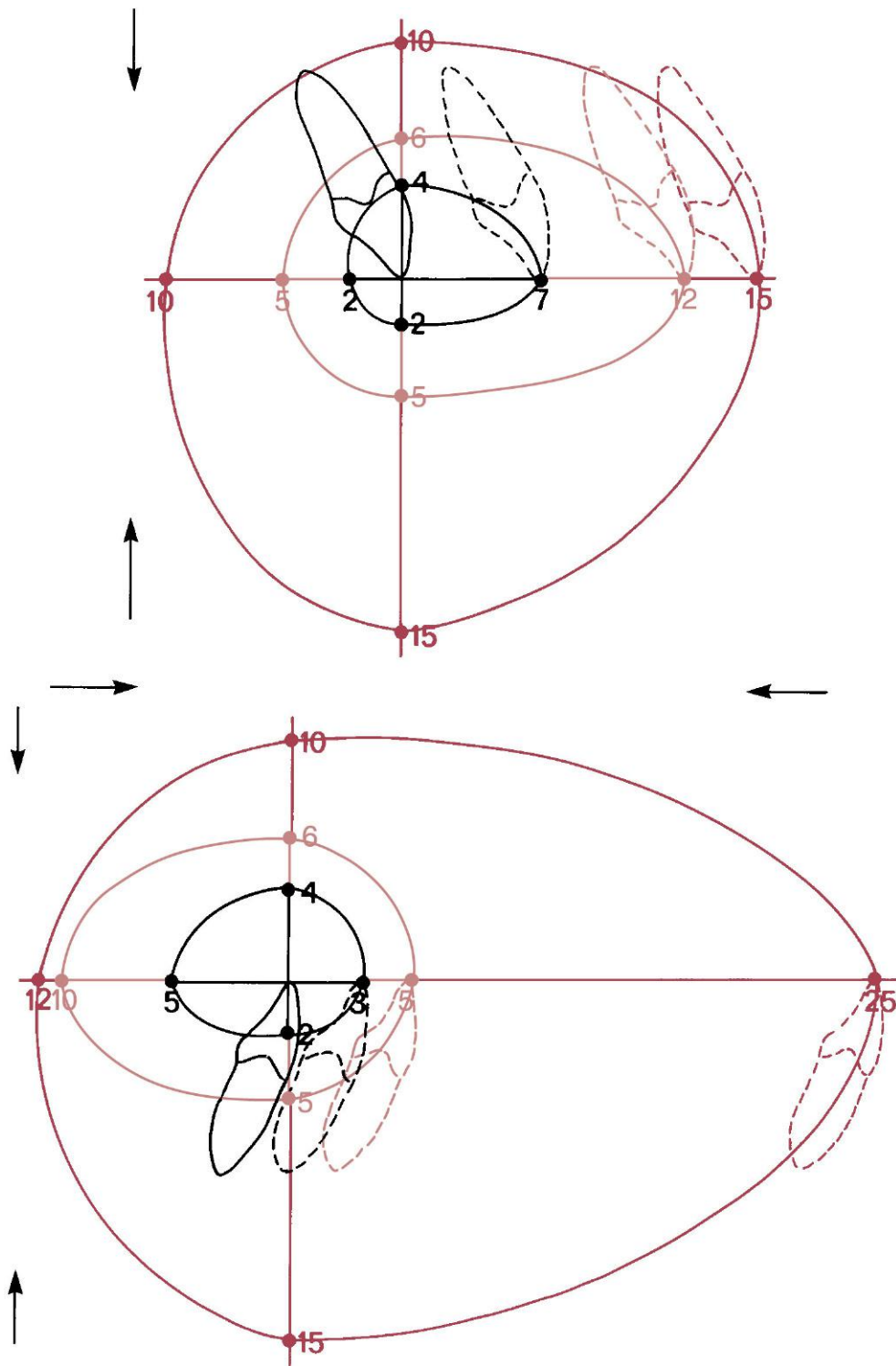


FIGURA 19-4 Situando los incisivos superiores e inferiores en la posición ideal indicada por el origen de los ejes x e y , las capas de discrepancia muestran los cambios que se podrían conseguir solo con la movilización ortodóncica de los dientes (la capa interior de cada diagrama), con la movilización ortodóncica combinada con la modificación del crecimiento (la capa media) y con la cirugía ortognática (la capa exterior). Se puede comprobar que las posibilidades de cada dirección de movimiento no son simétricas. Existen más posibilidades para mover los dientes hacia delante que hacia atrás y mayor potencial de extrusión que de intrusión. Dado que no es posible modificar el crecimiento del maxilar con independencia del crecimiento mandibular, la capa de modificación del crecimiento es la misma para ambos maxilares. La cirugía para retrasar la mandíbula tiene más potencial que la cirugía para adelantarla.

Un número similar de pacientes afirma que, conociendo el resultado y tras haber pasado por esa experiencia, recomendarían el tratamiento a otros pacientes y volverían a someterse al mismo.⁶ En las visitas de recuerdo a largo plazo, los pacientes suelen comentar que los cambios logrados con la cirugía les dieron la confianza que necesitaban para triunfar en su profesión o en sus negocios.

Esto no significa que no haya efectos psicológicos negativos derivados del tratamiento quirúrgico. En primer lugar, algunos pacientes tienen grandes dificultades para adaptarse a cambios significativos en su apariencia facial. Esto suele resultar más problemático para los pacientes de mayor edad. A los 19 años, la apariencia facial ha ido cambiando constantemente, por lo que otro cambio no supone una gran sorpresa. A los 49 años, puede ser desconcertante ver una cara diferente en el espejo. Por tanto, es muy importante dar asesoramiento y apoyo psicológico a los pacientes de más edad, ya que puede no ser aconsejable producir grandes cambios estéticos en adultos de mayor edad. Tal y como hemos discutido en el capítulo 18, los adultos que buscan tratamiento se clasifican en dos grupos, un grupo más joven que busca mejorar su vida en general y un grupo mayor cuyo objetivo principal es mantener lo que tienen. El segundo grupo puede necesitar cirugía ortognática para conseguir su objetivo, pero para ellos a menudo hay que planificar un tratamiento que limite los cambios faciales, no que los potencie.

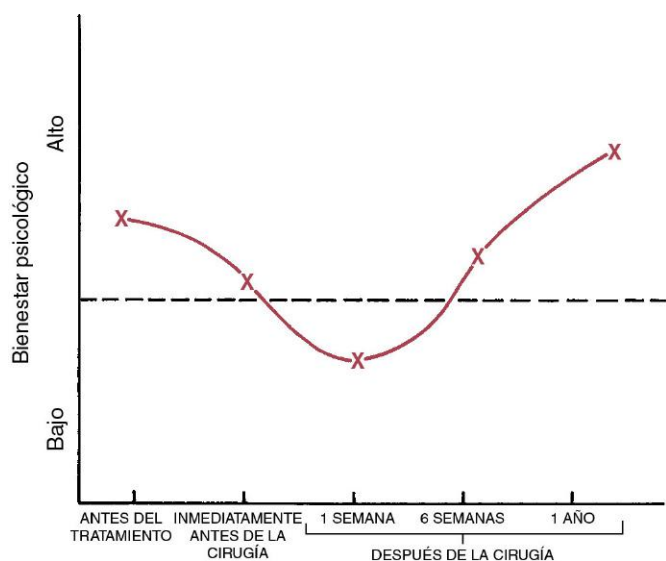


FIGURA 19-5 Representación generalizada de la respuesta psicológica típica a la cirugía ortognática basada en los trabajos de Kiyak.¹⁶ Antes del tratamiento, los pacientes que desean someterse a cirugía ortognática suelen alcanzar puntuaciones por encima de la media en la mayoría de los parámetros psicológicos. Inmediatamente antes de la cirugía, las valoraciones no son tan positivas y aumentan la ansiedad y otras preocupaciones. En los días inmediatamente posteriores a la cirugía se suele observar un período de negatividad (depresión, insatisfacción). Esto se debe, en parte, al uso de esteroides en la cirugía y a su retirada posterior, pero no se puede explicar totalmente por esta circunstancia. Unas 6 semanas después de la cirugía, los pacientes suelen volver a las valoraciones positivas normales, y 1 año después están muy satisfechos con el tratamiento y demuestran un bienestar general.

En segundo lugar, cualquiera que sea la edad del paciente, se debe esperar un período de adaptación psicológica tras la cirugía facial (fig. 19-5). Esto se debe en parte al empleo de esteroides durante la cirugía para limitar la hinchazón y el edema posquirúrgicos. La interrupción de la toma de esteroides, incluso después de un uso muy breve, produce cambios anímicos y un descenso de la mayoría de los indicadores del bienestar psicológico. Sin embargo, el período de adaptación dura más de lo que se podría explicar por el efecto de los esteroides. El cirujano aprende pronto a hacer frente a los pacientes que se quejan durante la semana o las 2 semanas posteriores a la cirugía. Para cuando se reanuda el tratamiento ortodóncico, al cabo de 3-6 semanas después de la cirugía, los pacientes se encuentran normalmente (pero no siempre) en la zona de puntuaciones positivas en las escalas psicológicas. A veces, el ortodoncista también tiene que esperar a que el paciente acepte la experiencia quirúrgica.

Un factor influyente e importante a corto plazo sobre la reacción del paciente al tratamiento quirúrgico es el grado de coincidencia entre la experiencia real y lo que esperaba el paciente. Curiosamente, la cirugía ortognática no alcanza una valoración muy alta en las escalas de molestias/morbilidad. Para la cirugía de la rama mandibular se requiere aproximadamente la misma medicación analgésica que para extraer las muelas del juicio impactadas; la cirugía del maxilar se tolera mejor. Desde un punto de vista psicológico, la reacción de uno no depende tanto del dolor o las molestias que se experimentan, sino de la comparación con lo que se esperaba que ocurriera. Esto pone de manifiesto la importancia de preparar cuidadosamente a los pacientes para su experiencia quirúrgica.

Simulación por ordenador de los resultados de tratamientos alternativos

Siempre ha sido un imperativo moral y ético permitir al paciente tomar decisiones importantes sobre qué tratamiento será aceptable, y hoy en día también es una obligación legal. Un elemento esencial del consentimiento informado es involucrar al paciente en la toma de decisiones sobre la posibilidad de realizar tratamientos alternativos (v. capítulo 7).

Las imágenes de predicción por ordenador son especialmente valiosas para ayudar a los pacientes a decidir si se someten a camuflaje o a cirugía y para planificar el tratamiento quirúrgico. El paciente puede ver el impacto sobre el perfil de los tejidos blandos del camuflaje ortodóncico frente al de la cirugía cuando son alternativas de tratamiento realistas (fig. 19-6) además de ver los efectos de los distintos grados de cambios quirúrgicos, por ejemplo, mayor o menor avance mandibular, o el efecto de la genioplastia o rinoplastia añadidos al cambio en la posición de los maxilares. Las predicciones de los cambios en la vista frontal se siguen considerando un trabajo artístico en lugar de un trabajo con bases científicas, aunque los programas actuales de predicción por ordenador son muy eficaces a la hora de predecir los cambios en el perfil,⁷ y continuamente se van logrando mejoras. Una cosa es describir con palabras los distintos resultados que se logran con el camuflaje y la cirugía y otra muy distinta es ayudar al paciente a visualizarlos mediante predicciones con imágenes.



FIGURA 19-6 Predicciones quirúrgicas para una paciente con un problema de clase II esquelético, retrusión leve del maxilar superior, retrusión grave del maxilar inferior y proyección insuficiente del mentón. **A.** Trazado inicial superpuesto a la fotografía de perfil. **B.** Simulación de 5 mm de avance mandibular, un avance que se corresponde con el resalte inicial. **C.** Cinco milímetros de avance mandibular más una genioplastia para mejorar la proyección del mentón respecto del incisivo inferior. **D.** Seis milímetros de avance del maxilar superior, 11 mm de avance mandibular y rinoplastia. Se adelantó el maxilar superior para aumentar el apoyo del labio superior y permitir un mayor avance mandibular. **E.** Retracción prequirúrgica de los incisivos inferiores tras la extracción de los premolares inferiores, que creó más resalte y permitió 9 mm de avance mandibular. **F.** Retracción de los incisivos inferiores, 9 mm de avance y rinoplastia. Los cambios conseguidos con la rinoplastia eran muy sutiles, y se desaconsejó esta intervención. Una vez que la paciente y sus padres examinaron las simulaciones y las comentaron con el ortodoncista, se eligió la opción **E** como plan de tratamiento.

En un momento hubo gran preocupación por mostrar imágenes a los pacientes que pudieran crearles expectativas no realistas y les produjeran insatisfacción con el resultado real, pero las respuestas de los pacientes demuestran que este riesgo es mínimo o no existe. En un estudio aleatorizado, los pacientes que vieron las imágenes de predicción antes de la cirugía estaban más y no menos satisfechos con los resultados.⁸ Solo el paciente puede decidir si la diferencia entre la corrección quirúrgica de la relación maxilar y el camuflaje ortodóncico

valen la pena, en lo referido a los riesgos adicionales y el coste de la cirugía. Las simulaciones por ordenador les ayudan a tomar esta decisión.

Extracción de los dientes y decisión de camuflaje/cirugía

Antes de iniciar el tratamiento hay que decidir si se va a optar por el camuflaje o la cirugía, ya que el tratamiento ortodóncico



FIGURA 19-7 A. Este hombre, que se había sometido previamente a tratamiento ortodóncico para corregir su maloclusión de clase III, presenta ahora un resalte inverso mínimo pero (B) tiene una deficiencia evidente del maxilar superior y un mentón prominente en la fotografía de perfil (por haber fracasado el camuflaje de clase III), tal como aseguraba el propio paciente, que buscaba tratamiento adicional para mejorar su aspecto facial. El plan de tratamiento incluía ortodoncia prequirúrgica para eliminar la compensación dental producida durante el tratamiento previo, retracción de los incisivos superiores y proclinación de los inferiores para crear un resalte inverso similar al que tenía antes de la ortodoncia original. C. La superposición de los trazados cefalométricos muestra los cambios prequirúrgicos. D. Aspecto facial antes de la cirugía. Debido a la «ortodoncia inversa», su aspecto ha empeorado de forma pasajera.

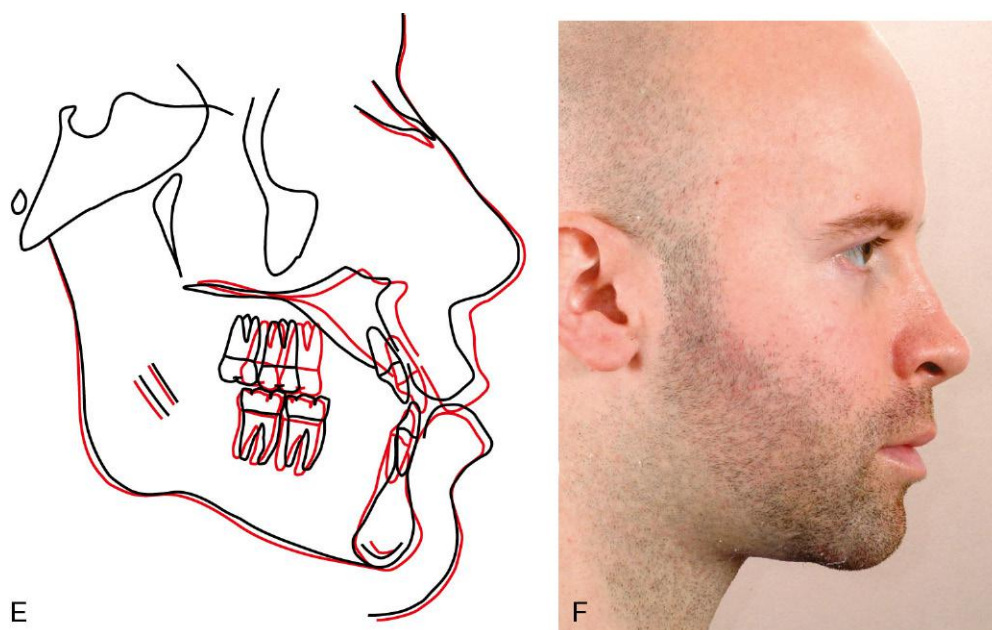


FIGURA 19-7 (cont.) E. Superposición cefalométrica que muestra los cambios producidos por la cirugía de avance del maxilar superior. F. El perfil al término del tratamiento, una vez corregidas las relaciones intermaxilares.

que se realiza como preparación para la cirugía es el opuesto al tratamiento ortodóncico de camuflaje. Es un error muy grave intentar realizar el tratamiento de camuflaje creyendo que si falla, el paciente puede ser derivado para proceder a la corrección quirúrgica. En este punto, será necesario recurrir a otra fase de «ortodoncia inversa» para eliminar los efectos del tratamiento original antes de que se puedan lograr una oclusión y unas relaciones maxilares normales con la cirugía (fig. 19-7).

La importancia crítica de decidir entre el camuflaje o la cirugía al inicio del tratamiento viene dada por la diferencia en las extracciones necesarias con los dos enfoques. En el camuflaje, los espacios de extracción se utilizan para producir compensaciones dentales para la discrepancia mandibular y, por tanto, las extracciones se planifican de acuerdo a ello. Por ejemplo, únicamente con el tratamiento ortodóncico, un paciente con deficiencia mandibular y una maloclusión de clase II se debe someter a la extracción de los primeros premolares superiores para permitir la retrusión de los dientes anteriores superiores. Se deben evitar las extracciones en la arcada inferior y, probablemente, los incisivos inferiores se inclinarán vestibularmente para ayudar a reducir el resalte (fig. 19-8).

El patrón de extracción para este mismo paciente sería muy diferente si se hubiera planificado el avance mandibular (v. fig. 19-6). En lugar de crear una compensación dental para la deformidad mandibular, el tratamiento ortodóncico se planificaría para eliminarla. En la arcada superior, la posición de los incisivos en relación con el maxilar suele ser normal o retrusiva; de ser así, no es recomendable extraer los premolares superiores. En algunos casos de deficiencia mandibular, los incisivos inferiores son protruyentes con respecto al mentón. Caben dos posibilidades: la extracción en la arcada inferior para retraerlos y aumentar provisionalmente el resalte, por lo que el mentón se llevaría hacia delante cuando avanza la mandíbula, o realizar una osteotomía del reborde inferior para adelantar el mentón.

Una situación similar pero a la inversa se daría en un paciente con un problema esquelético de clase III. Si se hubiera planificado un tratamiento de camuflaje, generalmente se extraerían los primeros premolares inferiores, el primer premolar inferior y el segundo premolar superior, o un incisivo inferior. La preparación quirúrgica de un paciente de clase III suele incluir el avance de los incisivos inferiores y el retroceso de los incisivos superiores (para lo que puede que haya que extraer los primeros premolares superiores) para corregir sus inclinaciones axiales y acentuar el resalte inverso (v. fig. 19-7). Como norma general, los problemas de clase III son menos tratables con camuflaje que los de clase II, porque al retraer los incisivos inferiores, el mentón puede parecer más prominente, justo lo contrario al camuflaje eficaz. Si hiciera falta espacio en la arcada inferior, sería más lógico extraer el segundo premolar y no el primero para no retraer los incisivos inferiores.

Obviamente es importante que el paciente que puede recibir ambos tratamientos entienda todas estas consideraciones a la hora de decidir entre el camuflaje y la cirugía. A pesar de que el paciente puede y debe tomar la decisión, sigue siendo cierto que algunos casos se pueden tratar mejor solo con ortodoncia que otros, simplemente porque es probable que el impacto sobre la estética facial sea mejor. El cuadro 19-1 resume algunas de las características que pueden marcar la diferencia entre un tratamiento de camuflaje satisfactorio o no.

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS CONTEMPORÁNEAS

Las figuras 19-9 y 19-10 muestran esquemáticamente los posibles movimientos mandibulares que se pueden conseguir con la cirugía ortognática. Tal y como ilustran las figuras, ambos maxilares se pueden reposicionar tridimensionalmente, pero no todas las direcciones de movimiento son factibles.



FIGURA 19-8 En algunos pacientes con una discrepancia intermaxilar muy marcada pero sin posibilidades de acceso a la cirugía ortognática, el tratamiento de camuflaje puede ayudar a resolver los problemas sociales. **A-D.** Esta chica de 12 años tenía una protrusión extrema de los incisivos de ambas arcadas y una deficiencia mandibular muy acusada; sus compañeros se burlaban de ella, pero su familia no podía pagarle la ortodoncia y no disponía de cobertura para la cirugía ortognática. **E.** Recibió tratamiento ortodóncico gratuito en una consulta privada, con extracción de los primeros premolares superiores y los segundos premolares inferiores, y se le colocó un anclaje esquelético para potenciar la retracción de los dientes anteriores de la arcada superior. La extracción de los segundos premolares inferiores proporcionó el espacio necesario para alinear los incisivos inferiores sin necesidad de retraerlos. **F.** Progresos realizados: se ha reducido el resalte y prácticamente se han cerrado los espacios.

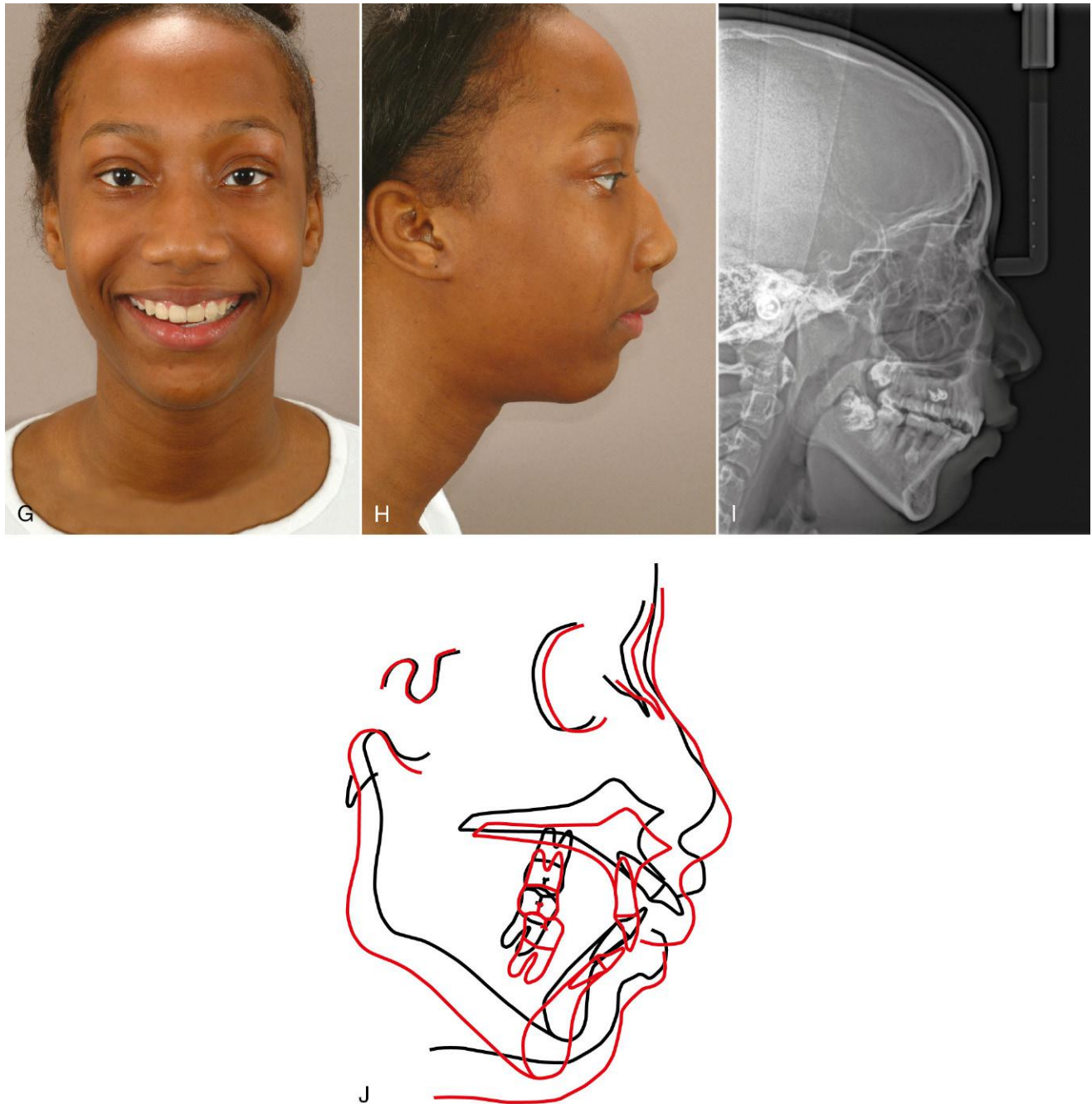


FIGURA 19-8 (cont.) G. Aspecto facial al sonreír, tras el tratamiento. Aunque todavía presenta una deficiencia mandibular importante, los resultados obtenidos han permitido mejorar considerablemente su situación social. H. La deficiencia mandibular sigue siendo bastante aparente en la fotografía del perfil. I. Cefalografía obtenida después del tratamiento. Una osteotomía del borde inferior para desplazar el mentón hacia arriba y hacia delante permitiría mejorar significativamente sus proporciones faciales, y es probable que se pueda realizar en el futuro. J. En la superposición cefalométrica se aprecia la retracción de los incisivos de ambas arcadas. No nos sorprende que con una retracción e intrusión tan marcada de los incisivos superiores se produjera una cierta reabsorción radicular, pero en casos como este podemos considerarlo como un precio aceptable a pagar por la mejoría conseguida.

Para incrementar el plano mandibular y la altura facial anterior se puede adelantar o retrasar el maxilar inferior, rotarlo y desplazarlo en sentido anteroinferior; pero la rotación superior con el objeto de reducir el ángulo del plano mandibular y la altura facial anterior produce resultados inestables a menos que se mueva el maxilar superior en sentido posterosuperior al mismo tiempo, de manera que esta rotación no alargue la rama mandibular y distienda los músculos elevadores. Se puede estrechar en su parte anterior, pero solo se puede ensanchar mediante osteogenia de distracción (que se describe más adelante).

CUADRO 19-1

CAMUFLAJE ORTODÓNCICO DE LA MALOCCLUSIÓN ESQUELÉTICA

Posibles resultados aceptables

- Patrón facial medio o corto
- Ligera discrepancia maxilar anteroposterior
- Apiñamiento <4-6 mm
- Rasgos de tejidos blandos normales (nariz, labios, mentón)
- Ausencia de problemas esqueléticos transversales

Posibles resultados negativos

- Patrón vertical dolicofacial
- Moderada o grave discrepancia maxilar anteroposterior
- Apiñamiento >4-6 mm
- Rasgos exagerados
- Problema con componentes esqueléticos transversales

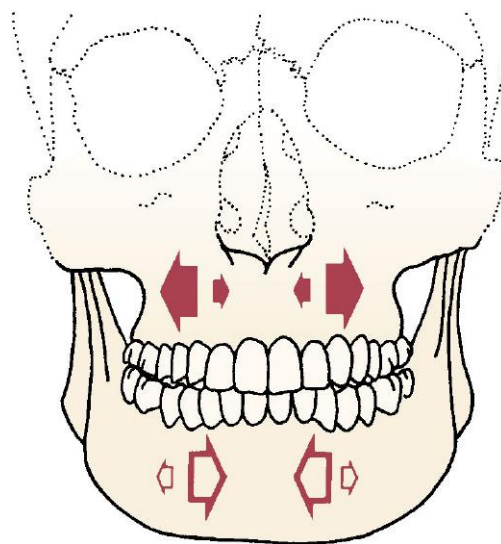


FIGURA 19-9 En esta ilustración posteroanterior del cráneo se han representado los movimientos quirúrgicos que se pueden realizar en el plano transversal. Las flechas rojas continuas indican que el maxilar se puede expandir lateralmente o constreñir con relativa estabilidad. El menor tamaño de las flechas que señalan hacia la línea media representa el hecho de que la constricción que se puede conseguir es algo menor que la expansión posible. El único movimiento transversal que se puede realizar sin problemas en la mandíbula es la constricción, aunque también se puede conseguir ahora una expansión limitada con la osteogenia de distracción.

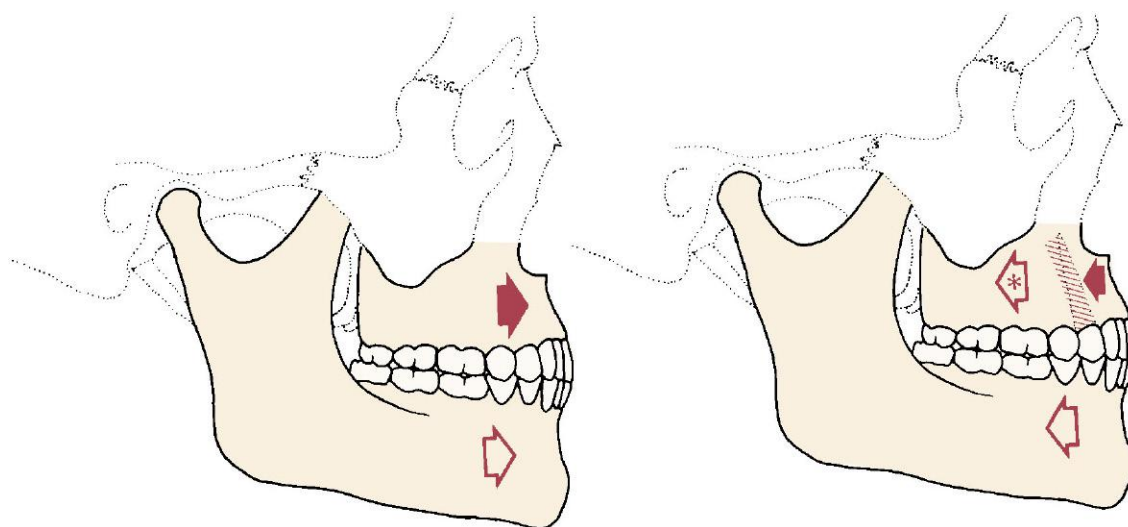


FIGURA 19-10 Como indican las flechas rojas de estos diagramas, es posible adelantar y retrasar los maxilares superior e inferior. Cualquier movimiento anterior del maxilar inferior superior a unos 10 mm genera una tensión muy considerable sobre los tejidos blandos de revestimiento y suele producir resultados inestables. El desplazamiento anterior del maxilar superior se limita igualmente a 6-8 mm en la mayoría de los casos; el riesgo de recidiva o de problemas del habla por incompetencia nasofaríngea aumenta con la magnitud de los movimientos. Aunque es viable, el retroceso de todo el maxilar superior plantea muchas dificultades y suele ser innecesario. En su lugar, se pueden retraer los incisivos prominentes hasta la anchura de un premolar extrayendo un premolar a cada lado, y segmentando después el maxilar superior. La principal limitación del retroceso mandibular es el efecto que tiene sobre el aspecto de la garganta. Cuando el maxilar inferior retrocede, la lengua desciende debido a que las vías respiratorias permanecen en su sitio, y se forma una prominencia en forma de «cuello de pavo» bajo el mentón.

Es posible mover el maxilar superior hacia arriba y hacia delante con unos resultados muy estables, moverlo hacia abajo con dificultad a causa de la inestabilidad, y moverlo hacia atrás solo con mucha dificultad debido a todas las estructuras que hay detrás y se interponen en su camino. Afortunadamente, es posible retraer los dientes anteriores prominentes mediante una osteotomía segmentaria, por lo que no hay ninguna razón para retraer la parte posterior del maxilar superior. Se puede realizar también una osteotomía segmentaria para ensanchar o estrechar el maxilar superior, pero el ensanchamiento suele proporcionar igualmente resultados inestables debido a la tracción de los tejidos palatinos distendidos.

Cirugía mandibular

Actualmente, se utiliza la osteotomía de división sagital (v. fig. 19-2) para casi todas las cirugías mandibulares debido a las diversas ventajas que tiene frente a los procedimientos mandibulares y las técnicas alternativas para la cirugía de rama:

- La mandíbula se puede mover hacia delante o hacia atrás según sea necesario, y el segmento de soporte dental se puede rotar anteriormente (aumentando el ángulo del plano mandibular) cuando es necesario conseguir altura facial anterior adicional.
- Es bastante compatible con el uso de fijación intraoral rígida (RIF), por lo que no es necesario inmovilizar la mandíbula durante la cicatrización.
- El excelente contacto de hueso a hueso tras la osteotomía significa que los problemas de cicatrización son mínimos y la estabilidad posquirúrgica es buena.

En los tratamientos contemporáneos, la osteotomía del reborde inferior de la mandíbula para posicionar el mentón con respecto al cuerpo mandibular (fig. 19-11) suele ir asociada a las

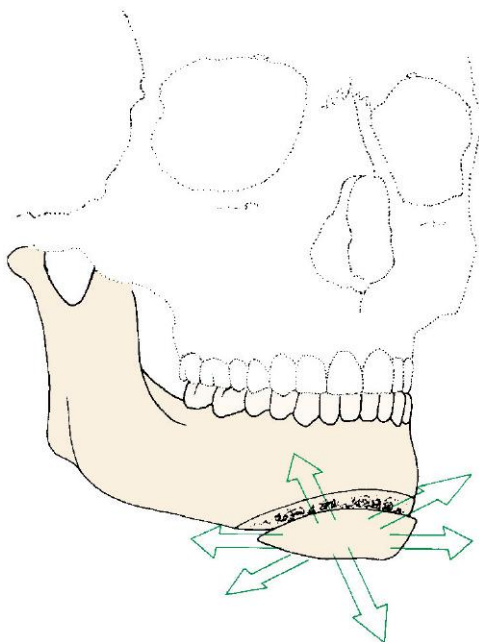


FIGURA 19-11 Se puede seccionar el mentón por delante del orificio mentoniano y recolocarlo en los tres planos del espacio. La superficie lingual permanece unida a los músculos del suelo de la boca, que proporcionan el aporte sanguíneo. El desplazamiento anterior, superior o lateral del mentón suele dar resultados estéticos muy satisfactorios. El desplazamiento posterior puede producir un aspecto de barbilla «cuadrada».

técnicas de rama, especialmente cuando la mandíbula está en posición. Se realiza aproximadamente en el 30% de los pacientes a los que se realiza una osteotomía de rama, y en un porcentaje similar de pacientes sometidos a cirugía maxilar. La técnica de reborde inferior permite al mentón moverse transversalmente, hacia delante o hacia atrás, hacia arriba o hacia abajo.

Otros procedimientos mandibulares se utilizan principalmente para lograr un mayor avance o en cirugías que afectan a los cóndilos. A menudo hay que recurrir a un enfoque extraoral, y suele ser necesario realizar un injerto óseo. En raras ocasiones se realiza una osteotomía de la línea media de la mandíbula y la extracción de un incisivo para estrecharla anteriormente.⁹

Cirugía maxilar

Actualmente, para recolocar la mandíbula se usa casi siempre la fractura horizontal de LeFort I (v. fig. 19-3), al igual que se utiliza la división sagital en la cirugía mandibular. Esto permite que el maxilar se mueva hacia arriba y/o hacia delante con una estabilidad excelente. Resulta difícil retraer todo el maxilar debido a las estructuras que están detrás de él, pero esto no es necesario cuando los dientes superiores son protruyentes. Con la osteotomía segmentada, se cierra el espacio derivado de la extracción del premolar y permite retraer los dientes anteriores y mover superiormente los dientes posteriores para cerrar la mordida abierta anterior a medida que la mandíbula rota hacia delante y hacia arriba (fig. 19-12). Las osteotomías segmentadas también permiten ensanchar el maxilar posterior o (con menos frecuencia) estrecharlo.

La expansión se logra con osteotomías parasagitales en el suelo lateral de la nariz o el suelo medio del seno que están conectados mediante un corte transversal anterior. En una osteotomía de dos piezas, la extensión de la línea media se extiende hacia delante entre las raíces de los incisivos centrales; se puede incluir o no en la osteotomía de tres piezas (fig. 19-13). Si se quiere lograr constricción, se extrae hueso de las zonas de osteotomía durante la expansión, se cultiva hueso en la fractura o se utiliza un injerto óseo para rellenar el hueco creado por el movimiento lateral de los segmentos posteriores.

El tipo de expansión ortopédica del paladar que se utiliza en pacientes adolescentes es inviable en los adultos debido a la mayor resistencia que oponen las suturas mesopalatina y lateral interdigitadas del maxilar superior. Otro tratamiento posible para los pacientes adultos con un maxilar superior estrecho (fig. 19-14) es la expansión palatina rápida asistida quirúrgicamente (EPRAQ), a base de cortes en el hueso para reducir la resistencia seguidos de la activación del tornillo de expansión para separar las dos mitades del maxilar superior. El concepto original de la expansión asistida quirúrgicamente se basaba en la hipótesis de que unos cortes en el pilar lateral del maxilar superior reducirían la resistencia hasta el punto de que se podría forzar la apertura (es decir, microfracturar) de la sutura mesopalatina en los pacientes mayores. Aunque esto suele dar buenos resultados en pacientes al final de la adolescencia o comienzos de la veintena, existe el riesgo de que se produzcan fracturas inadvertidas en otras zonas, especialmente en pacientes mayores de 30 años. Actualmente, para la EPRAQ los cirujanos suelen practicar todos los cortes necesarios para una osteotomía de LeFort I, omitiendo solo el paso final de la fractura descendente. Esto permite ensanchar el maxilar superior con la única oposición de los tejidos blandos, manipulando las zonas



FIGURA 19-12 Está indicada la recolocación superior del maxilar superior para corregir una mordida abierta anterior muy marcada cuando el tercio facial inferior es alargado, como en el caso de esta paciente. **A y B.** Proporciones faciales y **(C y D)** relaciones oclusales antes del tratamiento. **E y F.** Proporciones faciales y **(G y H)** relaciones oclusales tras una osteotomía segmentaria de LeFort I para elevar los segmentos posteriores del maxilar superior y hacer descender los segmentos anteriores del mismo, con el objeto de conseguir un plano oclusal más empinado. De este modo, se consiguió que el maxilar inferior rotara hacia arriba y hacia delante para cerrar la mordida abierta y conseguir al mismo tiempo una mejor exposición de los incisivos.



FIGURA 19-12 (cont.) I. Superposición cefalométrica que muestra la recolocación de los segmentos del maxilar superior y la disminución de la altura facial anterior. Al recolocar verticalmente la parte posterior del maxilar superior, cambian la postura (en reposo) y las posiciones oclusales del maxilar inferior.

de osteotomía cuanto sea necesario para conseguir la osteogenia de distracción. Si solo se busca la expansión, este es un método algo menos invasivo que una osteotomía segmentaria.

La EPRAQ implica que el problema afecta únicamente al plano transversal, y es en esos casos cuando resulta de mayor utilidad. Una de las supuestas ventajas sobre la osteotomía segmentaria era la mayor estabilidad, y algunos cirujanos han propuesto una fase preliminar de EPRAQ antes de la osteotomía de LeFort I para desplazar el maxilar superior en sentido anteroposterior o vertical. Sin embargo, los datos disponibles actualmente demuestran que la EPRAQ se acompaña de una recidiva de la expansión dental (fig. 19-15) y que tiene una estabilidad a largo plazo similar a la de la osteotomía segmentaria.¹⁰ Por consiguiente, no es fácil justificar los costes y la morbilidad adicionales de la expansión asistida quirúrgicamente como primera fase de tratamiento quirúrgico en un paciente que necesitará otra operación más adelante para recolocarle el maxilar superior en el plano anteroposterior o vertical. La principal indicación para una EPRAQ preliminar es una constricción del maxilar superior tan marcada que su expansión segmentaria mediante la técnica de LeFort I podría comprometer el aporte sanguíneo a los segmentos.

Cirugía dentoalveolar

Los segmentos del proceso dentoalveolar se pueden reposicionar quirúrgicamente en los tres planos del espacio (fig. 19-16), pero en este caso, al igual que en otros tipos de cirugía, existen importantes limitaciones. La principal es la distancia de movimiento posible: en la mayoría de los casos, solo se consigue mover algunos milímetros. Otra limitación notable pero menos

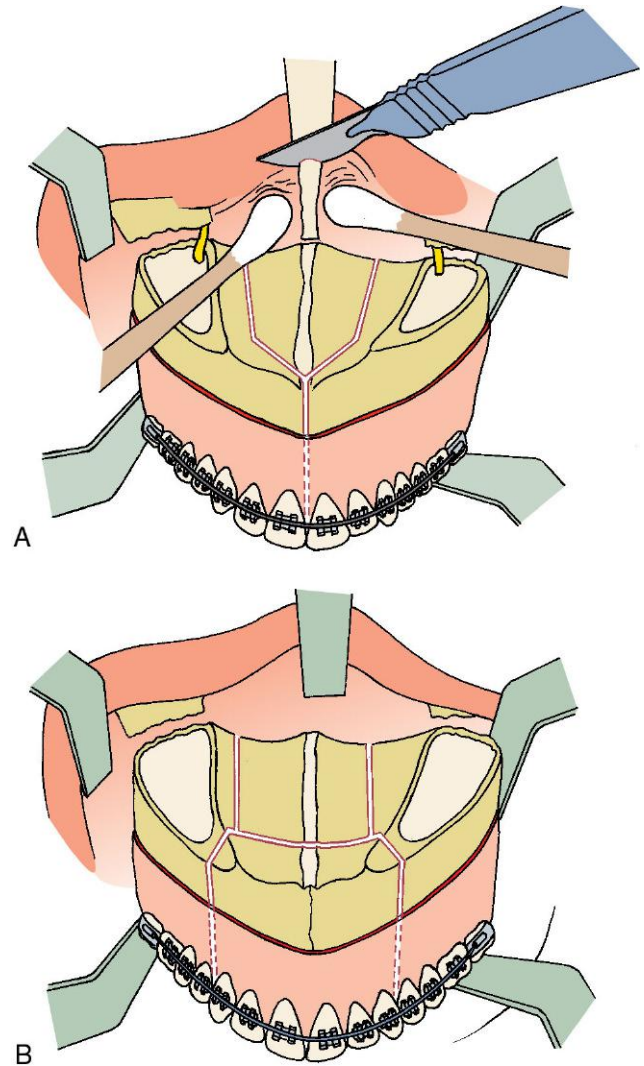


FIGURA 19-13 A. La localización de la línea media lateral y de las osteotomías anteriores interdental para ensanchar el maxilar en dos piezas y la resección del cartílago del tabique nasal, de modo que el maxilar se pueda mover hacia arriba, se aprecian en esta vista de fractura durante la osteotomía de LeFort I. La principal ventaja de la osteotomía de LeFort I frente a la expansión transversal asistida quirúrgicamente es que el maxilar se puede reposicionar en los tres planos del espacio en lugar de reposicionarse solo transversalmente. B. Localización de la línea media lateral y de las osteotomías anteriores interdental para un maxilar de tres piezas. Esto permite ensancharlo posteriormente y un movimiento vertical diferencial en los segmentos anteriores y posteriores. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity. St Louis: Mosby; 2003.)

importante es el tamaño del segmento: se recomienda que sea de tres dientes o mayor; un segmento de dos dientes es aceptable pero menos predecible, y un segmento de un solo diente es un problema seguro.

La razón para ambas limitaciones es la misma. Tras realizar una osteotomía por debajo del segmento del hueso y de los dientes, el flujo sanguíneo se da sorprendentemente gracias a la buena circulación sanguínea colateral a través de la mucosa facial y lingual. Esto se debe preservar para mantener la vitalidad de los dientes y la integridad ósea. Cuanto más se mueva un



FIGURA 19-14 En este paciente adulto con mordida cruzada posterior superior y apiñamiento grave se realizó una expansión palatina rápida asistida quirúrgicamente (EPRAQ) para permitir la expansión transversal que no hubiera sido posible con otro tratamiento. La técnica quirúrgica actual comprende todos los cortes óseos necesarios para una osteotomía de LeFort I, excepto la fractura hacia abajo. **A.** Arco maxilar estrecho, mordida cruzada posterior y apiñamiento de los incisivos superiores antes del tratamiento. **B.** Aparato de expansión ya colocado tras la cirugía y activación del tornillo durante un período de 4 días, que demuestran la cantidad de expansión obtenida. **C.** Aparato fijo para completar la alineación. Se utilizó un resorte comprimido para abrir el espacio para el incisivo lateral superior izquierdo una vez retirado el aparato de expansión, 3 meses después de la cirugía. **D.** El ensanchamiento del maxilar corrigió la mordida cruzada posterior y aportó espacio para alinear los incisivos, lo que hizo posible planificar la restauración estética de los dientes manchados.

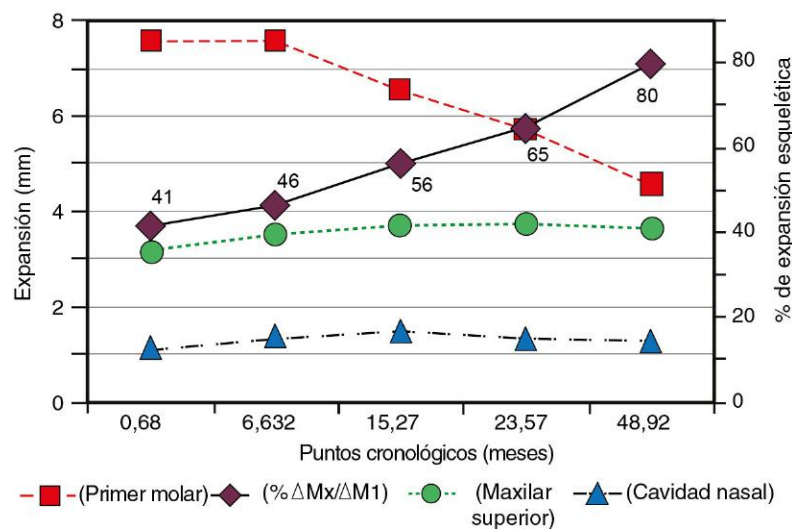


FIGURA 19-15 Cambios en las dimensiones dentales y esqueléticas con el paso del tiempo tras la expansión palatina rápida asistida quirúrgicamente (EPRAQ), y en los porcentajes de expansión esquelética. Los cuadrados indican la expansión en el primer molar, los diamantes indican los porcentajes de expansión esquelética en cada momento cronológico, los círculos indican la expansión esquelética del maxilar superior y los triángulos señalan la expansión de la cavidad nasal. Se puede ver que casi toda la recidiva fue más dental que esquelética; en el eje vertical derecho se muestra la variación en el porcentaje de cambio esquelético. Mediciones repetidas del análisis de la varianza confirmaron que existía una relación importante entre el grado de recidiva dental y el tiempo transcurrido tras la cirugía, mientras que los cambios esqueléticos se mantuvieron estables y no se vieron afectados por el tiempo transcurrido tras la cirugía. (Reproducido a partir de Chamberland S, et al. Am J Orthod Dentofac Orthop 139:815-822, 2011.)

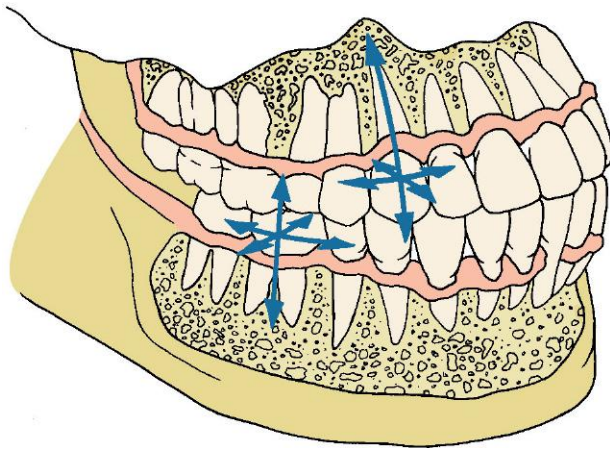


FIGURA 19-16 Actualmente, es posible reposicionar los segmentos dentoalveolares en los tres planos del espacio mediante la cirugía. El factor clave es mantener el flujo sanguíneo adecuado hacia el hueso y los dientes a través de la mucosa labial o lingual intacta. En la zona posterior mandibular, el levantamiento temporal en la zona neurovascular alveolar inferior en las mejillas permite hacer cortes sin riesgos por debajo de los dientes. A pesar de que se interrumpe el flujo nervioso hacia los dientes, se suele recuperar la sensibilidad y casi nunca es necesario el tratamiento endodóncico. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*. St. Louis: Mosby; 2003.)

segmento y cuanto más pequeño sea, mayor será la posibilidad de interrumpir no solo el flujo sanguíneo normal, sino también el flujo colateral.

Una osteotomía por debajo de los ápices de la raíz secciona los nervios que se dirigen a la pulpa dental en ese segmento y aquí, por supuesto, no existe inervación colateral. El resultado a corto plazo es algo no muy habitual, ya que la pulpa es vital pero ha perdido la inervación y no responde a la estimulación eléctrica. En este punto, la vitalidad de la pulpa se puede verificar manteniendo la temperatura normal de la misma (sonda de temperatura) o con el flujo sanguíneo (medidor de flujo Doppler) y al cabo de algunos meses, se produce la reinervación de la pulpa. A pesar de haber cortado los vasos principales de la pulpa del diente, menos del 2% de los dientes se tienen que tratar con endodoncia. Incluso cuando se ha eliminado el ápice del diente por error, la vitalidad de la pulpa se puede mantener mediante el foramen auxiliar.

Osteogenia de distracción

La osteogenia de distracción se basa en la manipulación del hueso en cicatrización, estirando la zona tratada antes de que se produzca la calcificación para generar la formación del hueso adicional y el injerto de tejido blando (v. capítulo 8).¹¹ Para corregir las deformidades faciales, esta técnica cuenta con dos ventajas significativas y una desventaja igualmente significativa.

Las ventajas de la distracción son que: 1) es posible conseguir mayores distancias de movimiento que con la cirugía ortognática tradicional, y 2) se puede corregir el tamaño deficiente de la mandíbula a una edad más temprana. La gran desventaja es que la precisión de los movimientos que se consiguen no es adecuada. Con la distracción, la mandíbula o el maxilar se pueden adelantar, pero no hay forma de posicionar la mandíbula o los dientes en el lugar exacto planificado, tal y como se consigue

con las técnicas ortognáticas. Esto supone que los pacientes con síndromes craneofaciales que suelen necesitar intervenciones a edades más tempranas y una mayor distancia de movimiento, y para quienes la precisión al establecer la relación mandibular después del tratamiento es crítica, son los principales candidatos para la distracción de las mandíbulas.

La microsomía hemifacial moderadamente grave, en la que la rama del lado afectado es bastante rudimentaria, es la principal indicación para la distracción (fig. 19-17). No es necesaria en los casos menos graves de este síndrome en los que hay asimetría mandibular, pero la mandíbula está razonablemente completa (para estos pacientes, es posible modificar el crecimiento) y no se puede realizar como fase inicial del tratamiento en pacientes cuya gravedad es tal que sufren de la falta total de la porción distal de la mandíbula. En estos casos, hay que realizar un injerto óseo y posteriormente, una forma de alargar el injerto puede ser mediante la distracción. El plan de tratamiento en casos de pacientes con problemas hemifaciales moderadamente graves sigue siendo controvertido, aunque la aceptación social supone un factor importante a la hora de decidir. Para mejorar la apariencia facial de un niño, la intervención para avanzar la mandíbula en la zona afectada se suele considerar entre los 6-8 años, y en ese momento, se suele escoger la técnica de distracción por sus ventajas. Sin embargo, el tratamiento precoz no es muy frecuente seguido del crecimiento normal de la zona tratada, ya que es probable que posteriormente se tuviera que tratar con cirugía ortognática o una segunda fase de distracción.

Los pacientes con síndromes faciales, entre los que se incluye la deficiencia maxilar grave (Crouzon, Apert; v. fig. 5-12) también son candidatos para la distracción precoz. En estos pacientes, los cortes adecuados realizados en la zona posterior y superior del maxilar pueden fomentar el avance de la mitad de la cara, algo similar a lo que se consigue con la cirugía de LeFort III pero sin la necesidad de realizar injertos óseos extensivos. Para los pacientes con este tipo de problemas, la precisión con la que se colocan los dientes en la oclusión adecuada se convierte en un factor secundario. El hecho de que sea necesario un tratamiento ortodóncico y quirúrgico más adelante refuerza esta actitud hacia el tratamiento inicial.

Sin embargo, para los casos de deficiencias maxilares o mandibulares menos graves, la distracción no aporta ninguna ventaja frente a la osteotomía sagital o la osteotomía de LeFort I. Los procedimientos ortognáticos permiten posicionar con precisión los dientes y los maxilares, además de poder anticipar un resultado clínico excelente en la mayoría de los pacientes. Para dichos pacientes, la distracción supone una forma más difícil de lograr el resultado quirúrgico que exige someterse a un tratamiento ortodóncico posquirúrgico más extensivo.

Sin embargo, con la cirugía ortognática no se puede ensanchar la sínfisis mandibular porque no hay tejido blando suficiente para cubrir un injerto óseo en dicha zona. Con la distracción es posible (fig. 19-18), y además aporta espacio adicional en la zona de los incisivos. Cabe preguntarse si esto lo convierte en un método aceptable para realizar un tratamiento de no extracción para el apiñamiento de los incisivos inferiores. Cuando los incisivos apiñados se alinean con expansión ortodóncica, se consigue a expensas de la protrusión de los incisivos y a una estabilidad dudosa, especialmente cuando se expanden los caninos inferiores sin retraerlos. Por tanto, las preguntas clínicas más importantes son si la distracción de la sínfisis aporta un resultado más estable



FIGURA 19-17 Osteogénesis de distracción para alargar la rama mandibular deficiente en una chica con microsomía hemifacial. **A.** Apariencia facial antes del tratamiento. **B.** Distractor colocado en los modelos estereolitográficos (hechos a partir de TC). **C.** Distractor colocado durante la cirugía. Una vez que el aparato está colocado, se realizan cortes a través del hueso cortical de la mandíbula, y se inicia la activación del distractor tras un período latente para que comience a cicatrizar. **D.** Vista panorámica durante la distracción, donde se aprecia la abertura creada estirando el calo óseo que está cicatrizando. **E.** Vista panorámica 3 meses después, al final del período de estabilización posdistracción durante el cual se remodela el hueso nuevo y se calcifica. **F.** Apariencia facial al final del tratamiento. Como norma general, es más efectivo crear nuevo hueso mandibular con la distracción que colocar injertos óseos, aunque la distracción no es recomendable para reemplazar los injertos en todos los casos. (Por cortesía del Dr. C. Crago.)

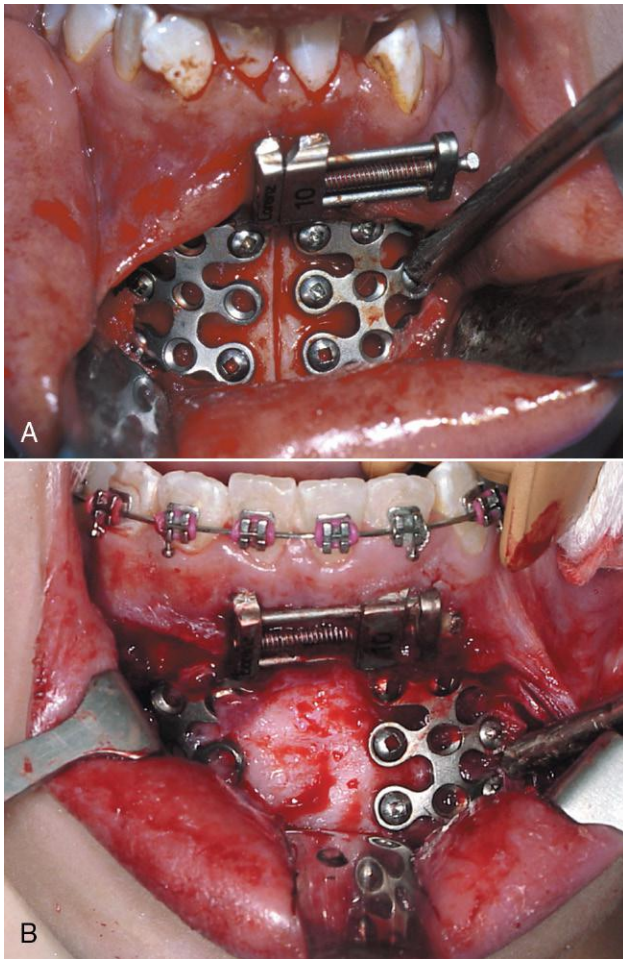


FIGURA 19-18 Distracción de sínfisis mandibular para ensanchar la mandíbula anterior. **A.** Colocación del aparato de distracción. Una vez contorneado para que encaje y se pueda colocar en posición, se realizan cortes a través de las placas corticales faciales y linguales de la mandíbula, normalmente extendiéndose a través de la sínfisis. La distracción comienza después de 5-7 días de período latente, activando los tornillos dos vueltas (0,5 mm) dos veces al día. **B.** Vista intraoperatoria cuando se quitó el distractor al cabo de 16 semanas después de la cirugía. Se puede comprobar la apariencia normal del hueso regenerado a través de la zona de distracción. (Por cortesía del Dr. C. Crago.)

y menos protruyente que la ortodoncia sin extracción, y si cada método para expandir el arco dental mandibular aporta un mejor resultado que la extracción de los premolares para obtener más espacio para la alineación.

Mediante la distracción de la sínfisis, se produce no solo la osteogenia (formación de hueso nuevo) sino también la histogenia (formación de tejido blando nuevo). La formación de un nuevo periostio sobre la zona de distracción es lo que permite ensanchar la sínfisis. Sin embargo, para aliviar la presión del labio y las mejillas sobre los caninos mandibulares expandidos, los cambios en el tejido blando se deben extender hasta los músculos de la expresión facial en las comisuras de la boca. Hasta la fecha, no hay pruebas que demuestren que la expansión con distracción es más estable que la distracción convencional y, dada la distancia que existe desde la zona de la osteotomía hasta los tejidos blandos en la comisura de la boca, parece improbable que este sea el caso.

Procedimientos faciales complementarios

Varios procedimientos faciales complementarios se pueden utilizar como técnicas adicionales a la cirugía ortognática, para mejorar los contornos del tejido blando más allá de lo que se obtiene reposicionando los maxilares.¹² Como consecuencia, se puede considerar una forma de camuflaje con cirugía en lugar de ortodoncia.

Estos procedimientos se pueden clasificar en cinco grupos: aumento o reducción del mentón, rinoplastia, contorno del tejido blando facial con implantes, procedimientos para el tratamiento de los labios y submentonianos. Hay que considerarlos brevemente de forma sucesiva.

Aumento o reducción del mentón

Existen dos métodos para reposicionar el mentón en relación con el resto de la mandíbula: la osteotomía del reborde inferior para desplazarla a su nueva posición, o la colocación de un implante aloplásico.

La osteotomía del reborde inferior para avanzar el mentón cuenta con las ventajas de la capacidad de predicción y estabilidad, bien documentadas y (debido a que avanza los tubérculos mentonianos) tensa la musculatura suprahioidea y produce los cambios deseados en el contorno del mentón y el cuello (fig. 19-19). Los cambios posquirúrgicos en los tejidos blandos y duros son bastante estables a largo plazo. Los avances de más de 5 mm pueden producir «muecas» en el reborde lateral de la mandíbula. Esto puede requerir la división del mentón para poder mover los márgenes posteriores y eliminar así las muecas, o el aumento del reborde inferior para cubrir la muesca.

El implante mentoniano tiene dos ventajas: la posibilidad de eliminarlo si el paciente no está satisfecho con el resultado y un menor riesgo de pérdida de sensibilidad derivada del traumatismo en el nervio que emerge del agujero mentoniano para enervar el labio inferior. La principal desventaja, principalmente de los implantes de silicona, es la erosión del implante en la superficie ósea o la migración hacia el cuello. Los nuevos materiales de implante colocados en la bolsa del tejido blando en lugar de directamente contra el hueso proporcionan una mejor estabilidad y prácticamente han reemplazado a la silicona. Sin embargo, resulta difícil quitar este tipo de implantes y pueden producir cambios poco deseables en los tejidos blandos.¹³

La reducción del mentón exige moverlo hacia atrás, por lo que la osteotomía es el único método posible. A diferencia de las técnicas de aumento del mentón, que son muy predecibles, no resulta fácil predecir el efecto sobre la apariencia facial del desplazamiento del mentón hacia atrás. El tejido blando del mentón suele ser ligeramente similar a una pelota deshinchada debido a la pérdida de volumen esquelético. El problema es aún mayor si se extirpa hueso de la superficie del mentón. La reducción del mentón como técnica para camuflar un problema esquelético de clase III no suele ser un buen método.

Rinoplastia

La sonrisa está encuadrada por el mentón en la parte inferior y la nariz en la parte superior. Para conseguir cambios óptimos en la apariencia facial, puede ser necesario modificar ambos. La cirugía mandibular reposiciona el mentón con respecto al resto de la cara y, tal y como hemos visto, también puede ser necesario reposicionar el mentón con respecto a la mandíbula.



FIGURA 19-19 **A y B.** Aspecto facial tras un tratamiento ortodóncico que corrigió la maloclusión de clase II de esta paciente pero no la deficiencia mentoniana, que representaba un problema importante para ella. **C y D.** Después de practicar una osteotomía del borde inferior para desplazar el mentón hacia arriba y hacia delante. En cierto sentido, esto representa un tratamiento de camuflaje quirúrgico, ya que no se alargó el maxilar inferior deficitario, pero el tratamiento ortodóncico la había dejado con unos incisivos inferiores prominentes y un mentón muy débil, y la genioplastia permitió alcanzar posteriormente un equilibrio aceptable entre los labios y el mentón.

La cirugía maxilar con osteotomía de LeFort I no suele tener un efecto positivo en el aspecto de la nariz e incluso puede comprometerlo. El mover el maxilar hacia arriba y/o hacia delante puede provocar dos efectos negativos en la nariz; rotar la punta de la nariz hacia arriba, profundizando la depresión superior de la punta, y ensanchar la base alar. Estos problemas pueden evitarse con una rinoplastia, simultánea a la cirugía ortognática o programada para después de la misma (v. fig. 19-6); por consiguiente, esta intervención está indicada con este propósito y también para corregir una deformidad nasal preexistente y combinada con un problema de relaciones intermaxilares. A pesar de que

los procedimientos de LeFort II y III mueven la nariz al mismo tiempo que la parte superior del maxilar, son cirugías más extensas y presentan más riesgos, por lo que solo se recomiendan en casos con deformidades muy graves.

Normalmente, la rinoplastia se centra en el contorno del dorso nasal, la forma de la punta de la nariz y el ancho de la base alar. Cualquiera o todos estos aspectos se pueden mejorar de forma significativa gracias a las técnicas quirúrgicas modernas. Debido a que los contornos del tejido blando que rodea la nariz se verán afectados al reposicionar los maxilares, la rinoplastia se realiza después del procedimiento ortognático. Se puede hacer

inmediatamente después, como parte del mismo tratamiento quirúrgico, cambiando la intubación nasal a oral una vez terminada la cirugía en los maxilares. Es técnicamente más difícil y exige una excelente interacción entre los cirujanos ortognáticos y rinoplásticos, pero aumenta enormemente la posibilidad de que se realice la rinoplastia.

Tejidos blandos faciales contorneados con implantes

Los implantes en la superficie facial pueden mejorar en gran medida los contornos de los tejidos blandos y presentan muchas ventajas para la solución a dos problemas: la deficiencia paranasal que suele acompañar a la deficiencia maxilar (fig. 19-20) y las deficiencias en el tejido blando que acompañan a los síndromes faciales como la microsomía hemifacial. Los injertos *onlay* en la zona paranasal se pueden hacer con éxito empleando el hueso del propio paciente, hueso liofilizado o materiales aloplásticos. Los implantes más extensos, necesarios en pacientes con anomalías congénitas, se suelen hacer con materiales aloplásticos que se pueden moldear por adelantado.

Procedimientos labiales

En lugar de cambiar los contornos de los tejidos blandos indirectamente con cirugía esquelética, los procedimientos labiales aumentan o reducen directamente los labios. El aumento labial raramente acompaña los procedimientos ortognáticos; se suele hacer para contrarrestar la pérdida de grosor labial derivada de la edad. A pesar de que las inyecciones de colágeno u otros materiales en los labios pueden dar buenos resultados, estos suelen ser temporales. El aumento permanente de la proyección labial se consigue con Alloderm (dermis humana en forma de hojas),

un material sintético como el politetrafluoroetileno o el propio tejido blando del paciente cultivado durante un procedimiento simultáneo de estiramiento facial. Estos se colocan creando un túnel por debajo de la mucosa y enhebrando el material en este espacio. Esta técnica es más recomendable cuando hay que realizar un aumento labial en pacientes ortognáticos.

La reducción labial no suele ser común en la actualidad, aunque puede mejorar notablemente los resultados en los pacientes con labios muy gruesos y prominentes. Se realiza mediante incisiones por vía intraoral, paralelas al borde bermellón y una escisión del tejido blando, evitando la extirpación de músculo pero incluyendo las glándulas submucosas.

Procedimientos submentonianos

La corrección de la forma antiestética de la garganta suele ser una necesidad adicional a los procedimientos ortognáticos en pacientes de mayor edad. Al avanzar la mandíbula se mejora la forma de la garganta, y la osteotomía del reborde inferior para avanzar el mentón tensa los tejidos de la garganta aún más. Sin embargo, los procedimientos ortognáticos por sí solos no son suficientes para corregir el «doble mentón» o la «doble papada». En estos casos suele ser necesario extirpar la grasa submentoniana excesiva y tensar el músculo cutáneo del cuello (fig. 19-21). Ambas técnicas se pueden realizar durante la cirugía ortognática. La grasa localizada superficial cutánea se puede eliminar con liposucción. La grasa subcutánea se extirpa mediante una técnica a través del músculo que permite extirpar la grasa directamente, cerrando después la capa de músculo de la zona. La musculatura flácida se puede tensar de forma simultánea.



FIGURA 19-20 En pacientes con deficiencia maxilar que requieren un avance maxilar suele ser necesario realizar injertos superficiales para aumentar la zona paranasal, como ocurre en este caso. **A.** Antes de la cirugía. **B.** Tras el avance maxilar y los injertos paranasales. Se puede comprobar el aumento a lo largo de la nariz, que no se habría conseguido únicamente moviendo el maxilar.



FIGURA 19-21 A. Esta mujer, de unos 50 años, buscó tratamiento para sus incisivos superiores protruidos, debido a una deficiencia mandibular que es obvia en el examen del perfil. Se recomendó realizar una cirugía para avanzar la mandíbula y la paciente aceptó. En el momento de la cirugía, también se sometió a una liposucción submentoniana y a un estiramiento del platismo para mejorar la forma de la garganta. B. Apariencia al cabo de 18 meses después del tratamiento. Se puede comprobar la contribución de la forma arreglada de la garganta para mejorar la apariencia facial.

Estabilidad posquirúrgica y resultados clínicos

Jerarquía de la estabilidad y la predictibilidad

La estabilidad tras la recolocación quirúrgica de los maxilares depende de la dirección del movimiento, del tipo de fijación y de la técnica quirúrgica, por este orden de importancia. Disponemos actualmente de datos suficientes para poder clasificar los diferentes tipos de movimientos maxilares por orden de estabilidad y de predictibilidad de los resultados (fig. 19-22).

La intervención ortognática de resultados más estables es la recolocación superior del maxilar superior, seguida muy de cerca del avance mandibular en aquellos pacientes en los que se mantiene o incrementa la altura facial anterior. Podemos considerar que estas intervenciones (las más importantes para los problemas graves de clase II) son muy estables incluso sin una fijación rígida, y ese es el caso también cuando se combinan como parte del tratamiento de pacientes con deficiencia mandibular y cara alargada, pero solo si se emplea una fijación rígida.

En los pacientes de clase III, el maxilar superior permanece allí donde se le coloca en el 80% de los pacientes, aproximadamente, y apenas se observa tendencia a una recidiva importante (4 mm o más). Si se utiliza una fijación rígida, el avance del maxilar superior y el retroceso del maxilar inferior proporcionan un resultado aceptablemente estable. Por el contrario, el retroceso aislado del maxilar inferior suele ser inestable, lo mismo que el descenso del maxilar superior que induce una rotación posteroinferior del maxilar inferior. Por este motivo, en casi todos los pacientes de clase III se opta actualmente por adelantar el maxilar superior, por separado o (con más frecuencia) en combinación con un retroceso mandibular.

Tratamiento quirúrgico-ortodóncico: jerarquía de estabilidad



*Únicamente altura facial corta o normal

FIGURA 19-22 Jerarquía de estabilidad durante el primer año posquirúrgico, basada en datos de la UNC Dentofacial Clinic. En este contexto, muy estable significa más de un 90% de probabilidades de que no se produzcan cambios posquirúrgicos significativos; estable significa más de un 80% de que no se produzcan cambios y prácticamente ninguna probabilidad de que se produzca una recidiva >2 mm; problemático significa la probabilidad de algún grado de recidiva y la posibilidad de una recidiva importante. Conviene señalar que las intervenciones más destacadas para el tratamiento quirúrgico de los problemas de clase II (recolocación superior, avance mandibular y su combinación) son bastante estables. Por lo que se refiere al tratamiento de clase III, el avance del maxilar superior es la intervención más estable, mientras que el descenso del maxilar superior y el retroceso del maxilar inferior son bastante problemáticos.

La intervención ortognática menos estable es el ensanchamiento quirúrgico del maxilar superior. Al ensanchar este hueso se distiende la mucosa palatina, y el rebote elástico de esta última es la principal causa de tendencia a la recidiva. Entre las medidas para intentar controlar las recidivas cabe destacar la sobrecorrección inicial y la retención minuciosa posterior, ya sea con un arco de alambre ortodóncico grueso o con una barra palatina durante la conclusión del tratamiento ortodóncico y el uso posterior de un retenedor que cubra el paladar durante el primer año tras el tratamiento, como mínimo. La EPRAQ es preferible a una osteotomía del maxilar superior en tres segmentos si solo se necesita expansión, pero no tiene ninguna ventaja cuando se necesita un cambio vertical y/o anteroposterior, ya que en este caso sería la primera fase de una intervención innecesaria en dos tiempos.

Influencias sobre la estabilidad

Tres principios que influyen en la estabilidad posquirúrgica nos pueden ayudar a poner esta en perspectiva:

1. La máxima estabilidad se alcanza cuando los tejidos blandos están relajados durante la cirugía, y la mínima estabilidad cuando están distendidos. El ascenso del maxilar superior relaja los tejidos. El avance del maxilar inferior distiende los tejidos, pero se puede reducir la distensión rotándolo hacia arriba en el ángulo goníaco y hacia abajo en el mentón. No debe sorprendernos que los avances mandibulares más estables son los que hacen rotar el maxilar inferior de este modo (fig. 19-23), mientras que los menos estables son los que lo hacen rotar en sentido contrario, alargando la rama mandibular y rotando hacia arriba del mentón. El ensanchamiento del maxilar superior (la intervención quirúrgica ortognática menos estable) distiende la mucosa palatina, que es gruesa y poco elástica.
2. Para conseguir estabilidad es necesaria una adaptación neuromuscular. Afortunadamente, la mayoría de las intervenciones ortognáticas inducen una adaptación neuromuscular favorable. Cuando se eleva el maxilar superior, se altera también la postura del maxilar inferior de acuerdo con la nueva posición del maxilar superior, y las fuerzas oclusales tienden a aumentar más que a disminuir. Esto ayuda a controlar cualquier posible tendencia del maxilar superior a recidivar inmediatamente hacia abajo, y contribuye a proporcionar una estabilidad excelente tras este movimiento quirúrgico. Como adaptación a los cambios producidos por la osteotomía mandibular, la lengua se recoloca para mantener las dimensiones de las vías respiratorias (es decir, un cambio en la postura lingual); por esta razón, no es necesario proceder a una reducción quirúrgica de la lengua cuando se retrasa el maxilar inferior (fig. 19-24). En contraste, no se produce ninguna adaptación neuromuscular cuando se distiende el cabestrillo pterigomandibular durante una osteotomía mandibular, ni cuando se hace rotar el maxilar inferior para cerrar una mordida abierta mientras avanza o retrocede; por consiguiente, debe evitarse cualquier movimiento mandibular que distienda los músculos elevadores.
3. La adaptación neuromuscular altera la longitud de los músculos de la masticación, pero no su orientación, por lo que no cabe esperar ninguna adaptación a una nueva orientación. Para comprender mejor este efecto podemos pensar en el que se produce al modificar la inclinación de la rama mandibular cuando adelantamos o retraemos el maxilar

inferior. Para que el avance mandibular dé buenos resultados hay que mantener la rama enderezada en lugar de permitir que se incline anteriormente al adelantar el cuerpo mandibular. Y a la inversa, sucede lo mismo cuando se retrasa el maxilar inferior: la tendencia durante la cirugía a empujar hacia atrás la rama mandibular para hacer retroceder el mentón parece ser una causa importante de inestabilidad.

CONSIDERACIONES ESPECIALES EN EL PLAN DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Cronología del tratamiento quirúrgico

Como norma general, la cirugía maxilar precoz tiene pocos efectos inhibidores del crecimiento. Por este motivo, la cirugía ortognática se debe retrasar hasta que se haya completado el crecimiento de los pacientes con problemas de crecimiento excesivo, sobre todo con prognatismo mandibular. Para los pacientes con deficiencias de crecimiento, se puede considerar un tratamiento quirúrgico precoz, pero raras veces antes del pico de crecimiento de la adolescencia.

Exceso de crecimiento

Es de prever que los pacientes con prognatismo mandibular que siguen creciendo lleguen a sobrepasar su corrección ortodóncica o quirúrgica y vuelvan a necesitar tratamiento si se les opera demasiado pronto (v. fig. 17-2) por lo que la planificación de la cirugía es crítica. Los métodos indirectos para determinar el estado del crecimiento, como las radiografías de la muñeca o de las vértebras para determinar la edad ósea, no son lo suficientemente precisos para planificar la cirugía. El mejor método es el de las radiografías cefalométricas seriadas; la cirugía debe demorarse hasta que se pueda demostrar mediante superposiciones adecuadas que se ha producido la desaceleración adulta del crecimiento. A menudo es necesario postergar la corrección de un crecimiento mandibular excesivo hasta finales de la pubertad, a menos que esté justificada una segunda corrección quirúrgica por razones psicosociales.

La situación no es tan clara para los pacientes con patrón dolico-facial (mordida abierta esquelética) debido a un crecimiento vertical excesivo del maxilar. Parece ser que existe una posibilidad razonable de conseguir una corrección quirúrgica estable de este problema antes de que se complete del todo el crecimiento, pero siguen sin comprenderse las diferencias que existen en la estabilidad clínica entre el tratamiento a los 14 y a los 18 años de edad, por ejemplo. ¿Se deben tratar los pacientes dolico-faciales con una cirugía precoz? Probablemente no, a menos que quieran someterse a una segunda cirugía posteriormente, si se produce crecimiento adicional.

Crecimiento deficitario

Algunos problemas congénitos que implican un crecimiento deficitario requieren tratamiento quirúrgico durante la lactancia y la niñez; dos buenos ejemplos de ello son la craneosinostosis y la microsomía hemifacial grave. Sin embargo, la principal indicación para la cirugía ortognática antes de la pubertad es una deformidad progresiva provocada por una deficiencia del crecimiento. Una causa relativamente frecuente es la anquilosis mandibular (unilateral y, en ocasiones, bilateral) tras una lesión condilar o una infección grave (v. capítulo 5).

El texto continúa en la página 714.

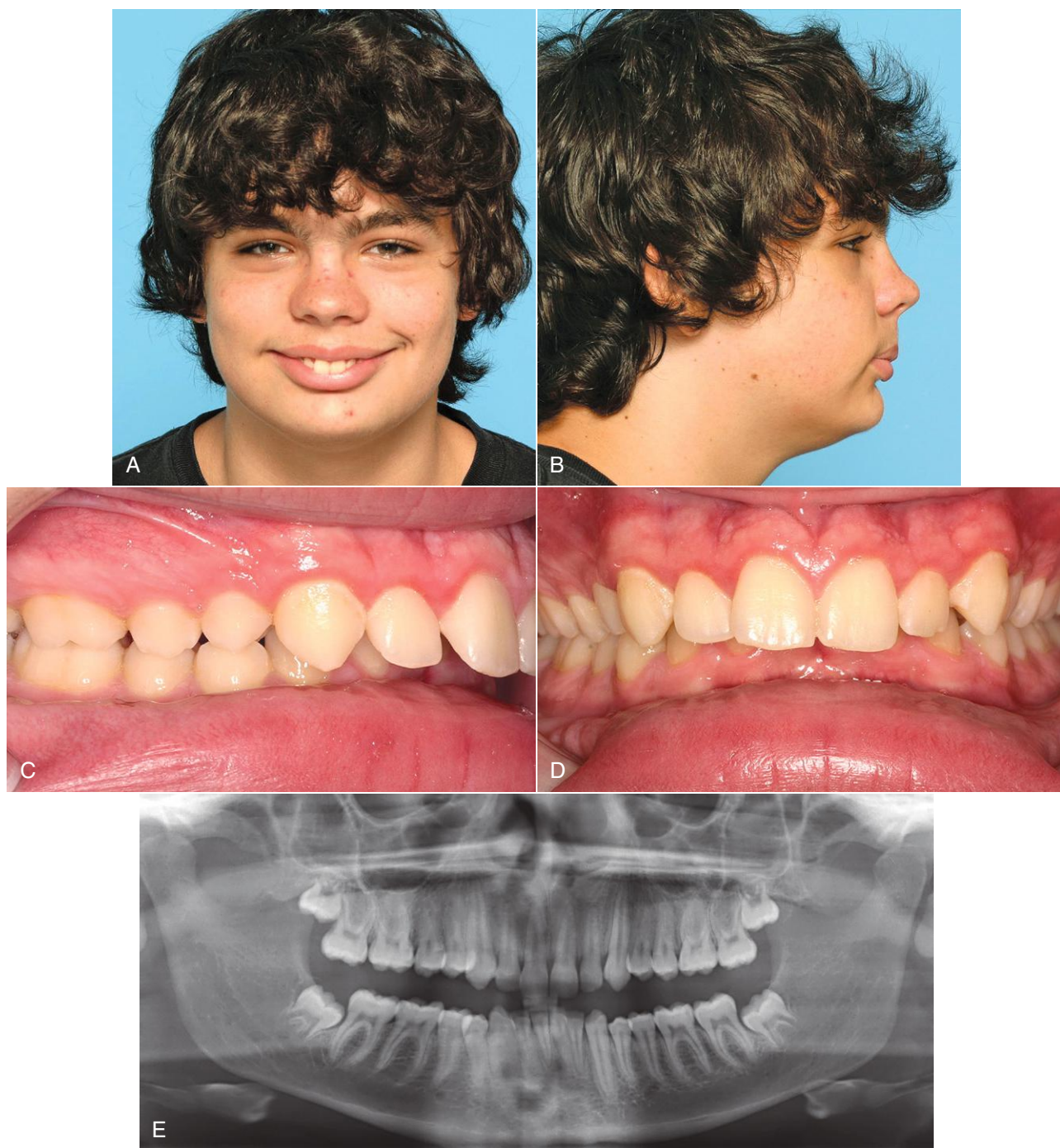


FIGURA 19-23 En un paciente con cara corta y deficiencia mandibular, la rotación del maxilar inferior en sentido anteroinferior durante el avance del mismo representa una forma muy estable de aumentar la altura facial anterior y corregir el exceso de sobremordida. **A y B.** A la edad de 14 años y 11 meses, este adolescente de 15 años presentaba una deficiencia mandibular muy evidente, pero un mentón muy marcado en relación con el labio inferior. **C y D.** Las fotografías intraorales muestran un resalte excesivo y una mordida profunda anterior muy extrema. **E.** En la radiografía panorámica se identifican los terceros molares sin erupcionar en la zona en la que habría que practicar una osteotomía de división sagital bilateral (BSSO). Si fuera posible, estos dientes deberían extraerse 6 meses antes de la BSSO para poder colocar una fijación rígida.



FIGURA 19-23 (cont.) F. Predicción por ordenador del efecto que tendría sobre el perfil el tratamiento de la arcada inferior sin extracciones, la proclínación de los incisivos inferiores para conseguir espacio y el avance mandibular con rotación hacia abajo del plano mandibular. G y H. Resulta mucho más sencillo nivelar una curva de Spee profunda en la arcada inferior después de la cirugía que antes de la misma. Puede observarse que se ha dado forma a los arcos de alambres estabilizadores para la cirugía con el objeto de mantener la curva excesiva para la nivelación posquirúrgica. El tratamiento ortodóncico posquirúrgico llevó 12 meses.

(Continúa)

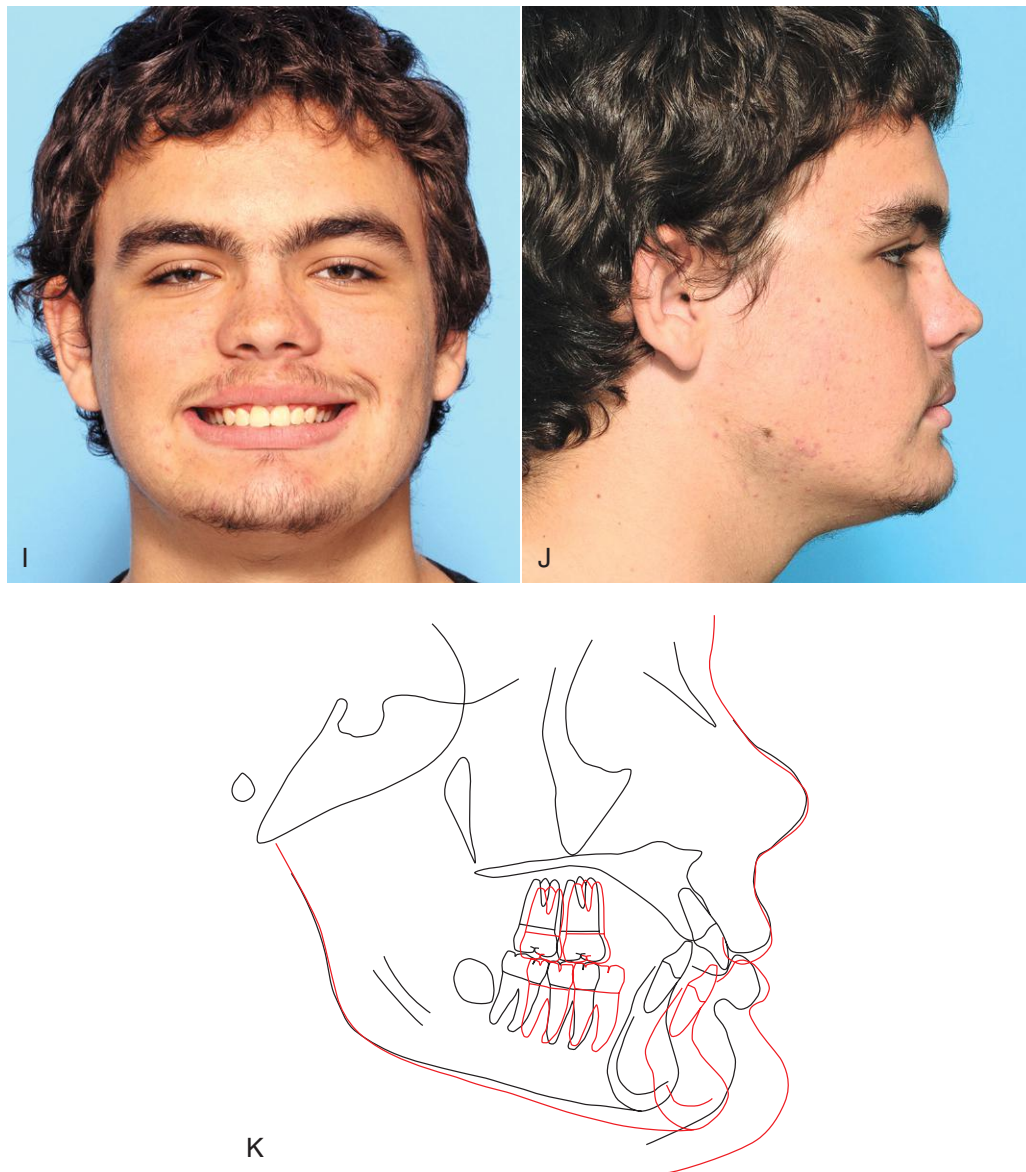


FIGURA 19-23 (cont.) I y J. A la edad de 16 años y 5 meses, fotografías de la sonrisa y del perfil tras el tratamiento; se aprecia el aumento de la altura facial y la mejora de la relación mentón-labio. K. Superposición cefalométrica que muestra los cambios producidos durante el tratamiento.

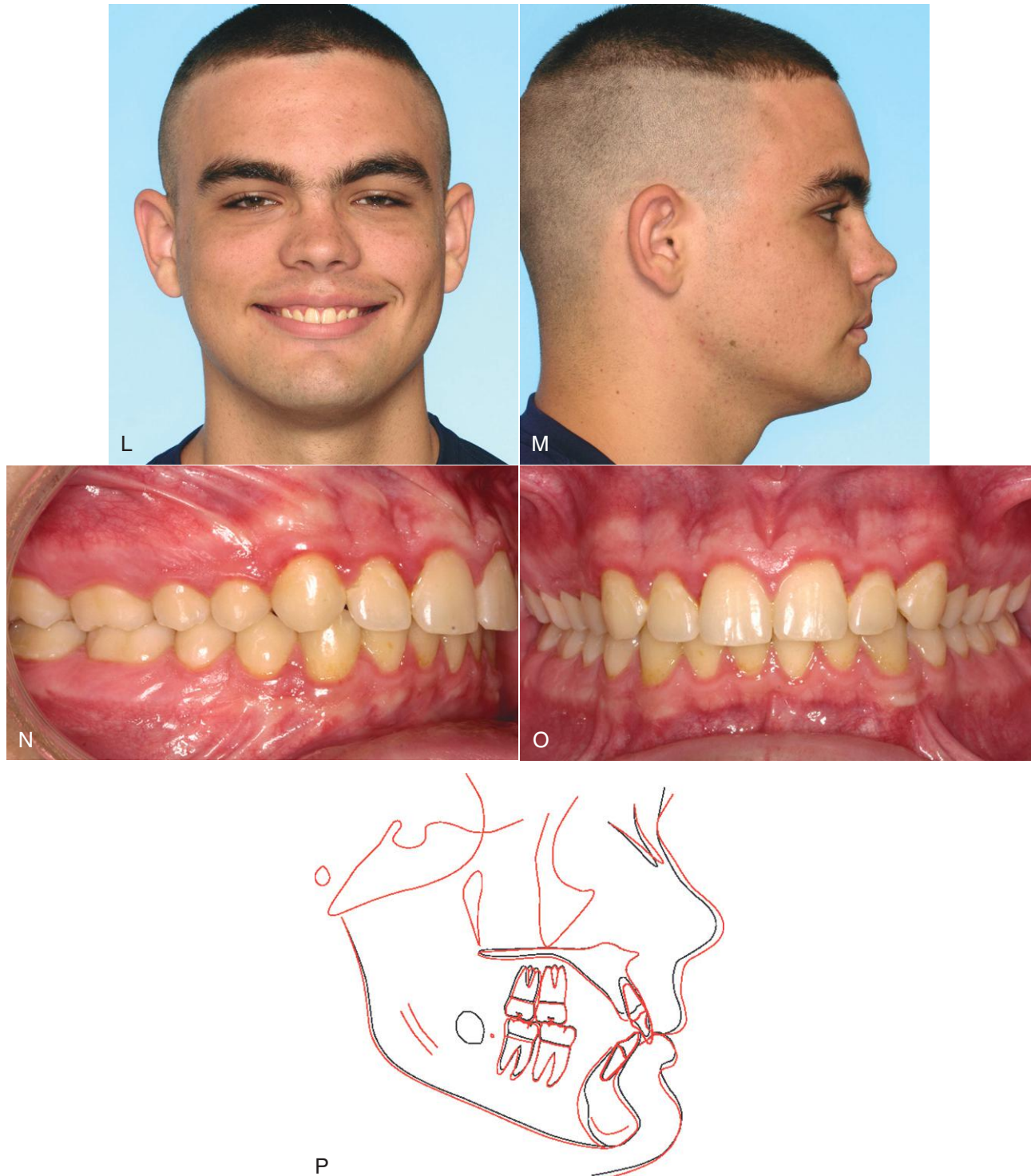


FIGURA 19-23 (cont.) L y M. A la edad de 19 años y 1 mes, aspecto facial y (N y O) oclusión dental durante una revisión. P. Superposición cefalométrica entre el final del tratamiento y la revisión. Este tipo de rotación y avance mandibulares es la forma más estable de avance.

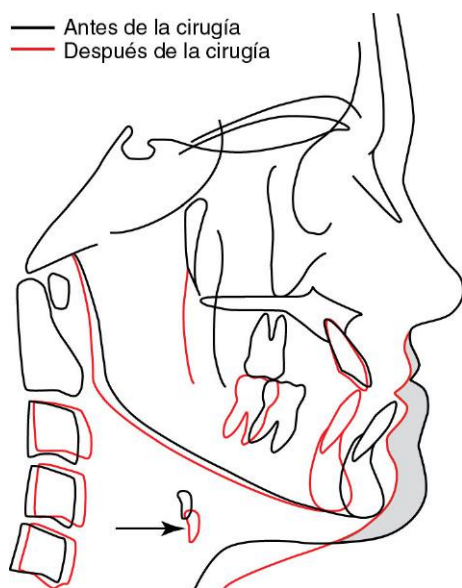


FIGURA 19-24 En esta superposición cefalométrica se aprecia cómo se ha mantenido la vía respiratoria durante el retroceso del maxilar inferior. Aunque se retrajo la dentición mediante una osteotomía de rama, la lengua descendió y avanzó ligeramente en lugar de retroceder, por lo que se mantuvo la vía respiratoria; obsérvese el cambio de posición del hueso hioides, que indica la posición de la base de la lengua. En otros tiempos, lo habitual era eliminar parte de la lengua al retraer el maxilar inferior, pero esto no es necesario debido a la adaptación fisiológica. No obstante, la adaptación muestra el proverbial «cuello de pavo» en forma de prominencia de los tejidos blandos por debajo del maxilar inferior.

En estos problemas tan infrecuentes, es necesario recurrir a la cirugía para liberar la anquilosis y completar el tratamiento con aparatos funcionales para dirigir el crecimiento posterior.

Hay que diferenciar a los niños con una deficiencia gravemente progresiva de aquellos con una deficiencia grave, pero estabilizada, como es el caso de los niños con mandíbula pequeña cuyas proporciones faciales no varían apreciablemente con el crecimiento. Aunque una deficiencia progresiva es una indicación para la cirugía precoz, puede que una deficiencia grave pero estabilizada no lo sea. La principal excepción sería un problema muy grave en el que el tratamiento ortodóncico preliminar permitiría mejorar la calidad de vida del paciente, aunque más tarde hubiera que recurrir a la cirugía para resolver la deficiencia maxilar. De acuerdo con el principio general de que la cirugía ortognática tiene un impacto sorprendentemente pequeño sobre el crecimiento, la cirugía precoz no mejora el pronóstico del crecimiento, a no ser que mitigue una restricción específica del mismo, ni produce un patrón de crecimiento posterior normal.

Avance mandibular precoz. En la década de los ochenta, algunos cirujanos recomendaban el avance mandibular precoz, asumiendo que el crecimiento normal se produciría una vez realizado el avance y no habría regresión. Actualmente, existe la misma teoría a favor de la osteogenia de distracción precoz para corregir las deficiencias mandibulares graves. Muchos pacientes jóvenes siguen creciendo tras el adelanto quirúrgico de la mandíbula. Sin embargo, la mayor parte de ese crecimiento es en sentido vertical, dando lugar a un avance mínimo del pogonión.¹⁴ Queda claro que, a pesar de la ausencia de datos positivos a largo

plazo, el crecimiento mandibular normal no es predecible tras la distracción precoz. En nuestra opinión, el adelanto mandibular antes del estirón de la pubertad, mediante cirugía o distracción, tiene una dudosa utilidad para los pacientes que no presentan deformidades muy exageradas y progresivas, o problemas psicosociales lo suficientemente graves como para someterse a una segunda cirugía posterior.

Por otra parte, no existen razones para demorar el avance mandibular una vez alcanzada la madurez sexual. En los pacientes con deficiencia grave, cabe esperar un crecimiento facial mínimo a finales de la adolescencia, y es poco probable que se produzcan regresiones por esta causa. A diferencia de la retrusión mandibular, el avance mandibular es bastante factible después de que el estirón adolescente se complete, lo que puede producirse tan pronto como a la edad de 14 o 15 años.

Avance maxilar precoz. El avance precoz mesofacial o del maxilar sagitalmente deficiente sigue siendo relativamente estable si se presta especial atención a los detalles y se utilizan injertos para combatir el retroceso, aunque es poco probable que el maxilar siga creciendo. Es probable que la mandíbula siga creciendo como resultado del restablecimiento de la maloclusión de clase III y un perfil cóncavo. Hay que advertir al paciente y a los padres sobre la posibilidad de tener que someterse a una segunda cirugía. En general, el avance maxilar se debe retrasar hasta después del estirón de la pubertad, a no ser que existan consideraciones psicológicas preponderantes.

Aunque la cirugía para recolocar todo el maxilar puede influir en el crecimiento posterior, este no siempre es el caso con las técnicas quirúrgicas empleadas para corregir el paladar hendido y el labio leporino. En los pacientes con estas afecciones, los injertos óseos en las hendiduras alveolares antes de la erupción de los caninos permanentes puede eliminar el defecto óseo, lo que mejora considerablemente el pronóstico de la dentición a largo plazo. Una revisión de los pacientes con paladar hendido tratados mediante el protocolo de Oslo (es decir, cierre del labio y el paladar duro a los 3 meses, cierre del paladar posterior a los 18 meses e injerto de hueso alveolar esponjoso a los 8-11 años) mostró que no había interferencia con la cantidad total de crecimiento facial.¹⁵ Dado que la cirugía para el paladar hendido sigue progresando, deberá seguir disminuyendo el número de pacientes con paladar hendido que requieren adelanto maxilar como fase final del tratamiento.

Corrección de problemas verticales y anteroposteriores combinados

Cara corta de clase II: aumento de la altura facial anterior

Tanto las deficiencias maxilares como mandibulares suelen ir acompañadas de una altura facial anterior corta, y el objetivo del tratamiento debería ser aumentarla. Es importante darse cuenta de que al mover la mandíbula hacia delante se puede aumentar fácilmente la altura facial de forma estable junto con el movimiento anteroposterior, mientras que mover el maxilar hacia abajo y forzar la mandíbula para que rote hacia abajo y hacia atrás puede resultar problemático.

El tipo de avance mandibular más estable rota el segmento mandibular a medida que avanza, por lo que el mentón se mueve hacia delante y hacia abajo y aumenta el ángulo del plano mandibular (v. fig. 19-23). El contacto óseo es excelente tras la

osteotomía sagital, por lo que facilita la rotación. El efecto consiste en acortar la rama mandibular. Aunque los tejidos blandos de la parte facial inferior anterior se tensan a medida que avanza y baja el mentón, el efecto se mitiga por la relajación de los tejidos blandos posteriores (que incluyen los músculos elevadores mandibulares) y el resultado es una pequeña presión sobre el tejido blando en dirección del retroceso.

Por el contrario, al mover el maxilar hacia abajo se tensan tanto los tejidos blandos faciales anteriores como posteriores. A pesar de que aparentemente el músculo se adapta, existe una gran tendencia a que el maxilar vuelva a elevarse. Por tanto, como norma general, es preferible realizar una cirugía en la rama mandibular para aumentar la altura facial y el movimiento hacia abajo del maxilar posterior, para evitar, si es posible, forzar la rotación de la mandíbula hacia abajo y hacia atrás.

Cara larga de clase II: disminución de la altura facial

El procedimiento ortognático más estable consiste en mover el maxilar hacia arriba para que la mandíbula pueda rotar hacia arriba y hacia delante (v. detalles sobre la estabilidad a continuación). Por tanto, la técnica más recomendable es la osteotomía de LeFort I en pacientes con mordida abierta anterior y/o maloclusión de clase II provocada por la rotación hacia atrás y hacia abajo de la mandíbula (v. fig. 19-12).

A pesar de que la osteotomía de la rama mandibular se puede realizar para disminuir la altura facial anterior y disminuye el ángulo del plano mandibular, es muy inestable porque los músculos elevadores mandibulares se tensan y no se adaptan. El mover el maxilar hacia arriba produce un cambio en la posición postural de la mandíbula. La osteotomía de rama no produce la misma adaptación neuromuscular, y por eso es inestable. Por tanto, como norma general, es preferible realizar una osteotomía de LeFort I para elevar el maxilar posterior en lugar de reducir la altura facial. Si la mandíbula sigue siendo deficiente después de haber rotado hacia arriba y hacia delante, se recomienda realizar un avance mandibular combinado con el procedimiento maxilar, ya que no tensa los músculos y la estabilidad es aceptable.

En los pacientes de clase III se aplican las mismas pautas generales que para el cambio vertical.

El resultado final:

Para aumentar la altura facial, se realiza una osteotomía de la rama mandibular junto con una osteotomía maxilar si se desea mover el maxilar hacia abajo.

Para reducir la altura facial, se realiza una osteotomía maxilar junto con una osteotomía de la rama mandibular si se desea aumentar el avance o el retroceso mandibular.

Otras consideraciones

Aspectos especiales en la planificación de la cirugía ortognática

Cuando se recurre a la cirugía ortognática, hay que tener en cuenta tres consideraciones especiales:

1. Las líneas de incisión se contraen un poco al cicatrizar, y esta contractura de las incisiones vestibulares puede tirar de la adhesión gingival, dando lugar a un decapado o recesión en las encías. Esta recesión suele ser un problema en la zona anteroinferior con respecto a la incisión vestibular para una genioplastia. Si las encías no están bien adheridas, se

deben completar los injertos gingivales (v. fig. 18-31) antes de la genioplastia.

2. Muchos adultos jóvenes candidatos para la cirugía ortognática tienen terceros molares impactados o sin erupcionar. Si el cirujano pretende utilizar tornillos óseos u otros sistemas rígidos de fijación en la zona de los terceros molares, conviene extraerlos con al menos 6 meses de antelación para permitir una buena cicatrización del tejido óseo.
3. Si la causa fundamental por la que el paciente busca tratamiento es una disfunción temporomandibular (DTM), conviene analizar cuidadosamente las repercusiones impredecibles que puede tener la cirugía ortognática sobre la misma. Los síntomas de DTM suelen mejorar durante el tratamiento ortodóncico prequirúrgico, igual que con cualquier otro tratamiento ortodóncico activo, y es muy importante que el paciente comprenda bien que esta mejoría puede ser transitoria. Si se va a necesitar cirugía para la ATM junto con cirugía maxilar y/o mandibular, suele ser preferible posponerla hasta después de la cirugía ortognática, ya que la cirugía articular proporciona resultados más predecibles después de haber establecido las nuevas posiciones articulares y relaciones oclusales.

Al igual que sucede con todos los pacientes ortodóncicos adultos, independientemente de que se recurra o no a la cirugía ortognática o de la ATM, el tratamiento restaurador y protésico definitivo constituye la última fase de la secuencia de tratamiento. Más adelante, el tratamiento restaurador inicial deberá estabilizar o buscar un compromiso entre la dentición existente y unas restauraciones que sean útiles para el paciente y no le causen molestias durante las fases de ortodoncia y cirugía. Una vez conseguidas las relaciones esqueléticas y dentales finales, los modelos podrán montarse en el articulador con más precisión y se podrá completar la rehabilitación oclusal final.

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO-ORTODÓNCICO COMBINADO: ¿QUIÉN HACE QUÉ? ¿CUÁNDO?

Consideraciones sobre aparatos ortodóncicos

En el tratamiento ortodóncico-quirúrgico contemporáneo, el aparato ortodóncico fijo tiene tres utilidades: 1) conseguir el movimiento dental necesario durante la preparación para la cirugía; 2) estabilizar los dientes y el hueso basal en el momento de la cirugía y durante la cicatrización, y 3) permitir el movimiento dental posquirúrgico necesario mientras mantiene el cambio logrado con la cirugía. En cuanto a la selección del aparato, la segunda utilidad es un factor determinante: el aparato debe permitir usar arcos rectangulares de dimensión total para aportar firmeza y estabilidad durante la fase de estabilización del tratamiento. Cualquiera de las variaciones en el aparato de arco de canto (incluyendo los brackets de autoligadura) con ranura de 18 o 22, son aceptables para la estabilización, pero para la estabilización quirúrgica se debe ligar el bracket de autoligado a un arco de alambre de dimensiones completas. Sin embargo, los ganchos integrales en los brackets no son una buena opción para fijar los alambres necesarios para mantener los maxilares en la posición planificada mientras se aplica una fijación quirúrgica, ya que al fijarlo directamente a un bracket, aumenta la posibilidad de dislocarlo en un momento muy delicado.

Se puede utilizar un aparato lingual moderno para el tratamiento ortodóncico prequirúrgico, al igual que los alineadores, pero en ambos casos se deben colocar brackets en la superficie facial de los dientes para la estabilización y el acabado. El aparato estándar de Begg no proporciona el control necesario para la estabilización y su variante Tip-Edge (v. fig. 16-10) no es óptima para la estabilización.

Para el tratamiento quirúrgico-ortodóncico, los brackets de cerámica plantean un dilema. Su apariencia los hace estéticamente más llamativos para los adultos que deciden someterse a la cirugía, pero la fragilidad de la cerámica los hace susceptibles a la fractura, especialmente cuando se juntan los maxilares en el quirófano para poder colocar la fijación rígida. Los pacientes a quienes se les ha advertido que los brackets cerámicos pueden comprometer el resultado quirúrgico suelen aceptar los brackets metálicos. Si se utilizan brackets cerámicos, se deben restringir únicamente a los dientes anteriores superiores. El cirujano debe colocarlos con cuidado y estar preparado para los posibles problemas que puedan surgir en el quirófano.

Ortodoncia prequirúrgica

Objetivos del tratamiento prequirúrgico

El tratamiento prequirúrgico tiene como objetivo preparar al paciente para la cirugía y colocar los dientes en posición relativa a su propio hueso de soporte y no la obtención de unas relaciones oclusales ideales. Como en cualquier caso, hasta que sea necesario algún tratamiento ortodóncico posquirúrgico, de nada sirve realizar movimientos dentales prequirúrgicos que podrían efectuarse con más facilidad y rapidez durante la cirugía o después de la misma. Por ejemplo, cuando es necesario practicar una osteotomía en el maxilar para corregir un problema vertical o anteroposterior, no hay ninguna razón para expandir transversalmente la arcada durante la fase de ortodoncia prequirúrgica; esto se puede hacer durante la misma cirugía maxilar. La mayoría de los pacientes que presentan una sobremordida profunda antes del tratamiento necesitan que les nivelen la arcada inferior mediante la extrusión de los dientes posteriores, y esto se puede conseguir más fácil y rápidamente durante la ortodoncia posquirúrgica (v. más adelante).

Estas pautas orientativas indican que la ortodoncia prequirúrgica puede ser muy variable, desde la simple colocación de un aparato en algunos pacientes, hasta 12 meses de tratamiento en otros con problemas graves de apiñamiento y mala alineación dental. Sin embargo, la fase prequirúrgica casi nunca debe prolongarse más de 1 año, a menos que se retrase hasta que se complete el crecimiento.

La duración de la fase posquirúrgica del tratamiento depende de la cantidad de detalles necesarios. Sin embargo, cuando el tratamiento posquirúrgico se extiende más de 6 meses, los pacientes tienden a desanimarse y se reduce la satisfacción con respecto al tratamiento.¹⁶ Otra forma de expresar el objetivo de la ortodoncia prequirúrgica es que debe preparar al paciente para que el tratamiento posquirúrgico se pueda completar en 6 meses.

Pasos de la preparación ortodóncica para la cirugía

Los pasos fundamentales que hay que seguir en la ortodoncia prequirúrgica son la alineación de los arcos dentales o de algunos

de sus segmentos para hacerlos compatibles y el establecimiento de las posiciones verticales y anteroposteriores de los incisivos. Ambas medidas son esenciales para que las posiciones de los dientes no interfieran a la hora de colocar los maxilares en la posición deseada.

Es especialmente importante planificar la nivelación de las arcadas dentales. Generalmente, la extrusión dental suele resultar más sencilla tras la cirugía, mientras que la intrusión se debe efectuar antes de la cirugía o durante la misma. Existen dos problemas frecuentes que requieren una consideración especial: cómo nivelar una curva de Spee acentuada en el arco inferior en un paciente con sobremordida profunda, y cómo nivelar el arco superior en un paciente con mordida abierta que presente una discrepancia vertical importante entre los dientes anteriores y los posteriores.

Nivelación del arco inferior. Cuando el arco inferior presenta una curva de Spee muy acentuada, la elección entre la intrusión de los incisivos o la extrusión de los premolares para conseguir la nivelación deberá basarse en la altura facial final que se desea. Si la cara es corta y la distancia desde el borde incisal inferior al mentón es normal, se recomienda conseguir la nivelación mediante la extrusión de los dientes posteriores, de manera que el mentón descienda con la cirugía. Si los incisivos son alargados y el paciente tiene una altura facial normal o excesiva, habrá que proceder a la intrusión de los incisivos para lograr la altura facial deseada durante la cirugía (fig. 19-25).

En pacientes de cara corta y mordida profunda que necesitan más altura facial, casi siempre resulta beneficioso nivelar la arcada inferior tras la cirugía. Antes de la cirugía, se alinean los dientes y se establece la posición anteroposterior de los incisivos, pero no se nivela la arcada inferior, y se necesitan escalones en todos los arcos de alambre rectangular, incluido el alambre de estabilización quirúrgica. Esto significa que la férula quirúrgica tendrá que ser más gruesa en la región premolar que en las zonas anterior o posterior. Durante la cirugía se crea un resalte y una sobremordida normales, y tras la cirugía se corrige la separación entre los premolares extruyendo estos dientes con arcos de alambre de trabajo con una curva de Spee inversa. La arcada se nivela rápidamente, generalmente en las 8 semanas posteriores a la reanudación del tratamiento ortodóncico, ya que no existen contactos oclusales que se opongan al movimiento de los dientes.

Si es necesario intruir, está indicado emplear un arco segmentado durante la ortodoncia prequirúrgica (v. capítulo 10). No suele ser recomendable nivelar la arcada inferior quirúrgicamente, aunque se puede realizar una osteotomía subapical para deprimir el segmento de los incisivos.

Nivelación del arco superior. En un paciente con mordida abierta, que tendrá reposicionamiento vertical del maxilar superior, las discrepancias verticales graves en el arco superior son una indicación para la cirugía de segmentos múltiples. Si se planifica este tipo de tratamiento, no se debe nivelar el arco superior utilizando métodos convencionales. Solo hay que proceder a la nivelación dentro de cada segmento (fig. 19-26), ya que posteriormente se nivelen los segmentos con la cirugía. Se debe evitar la extrusión de los dientes anteriores antes de la intervención, ya que incluso una pequeña regresión ortodóncica podría provocar un problema con la apertura posquirúrgica de la mordida.

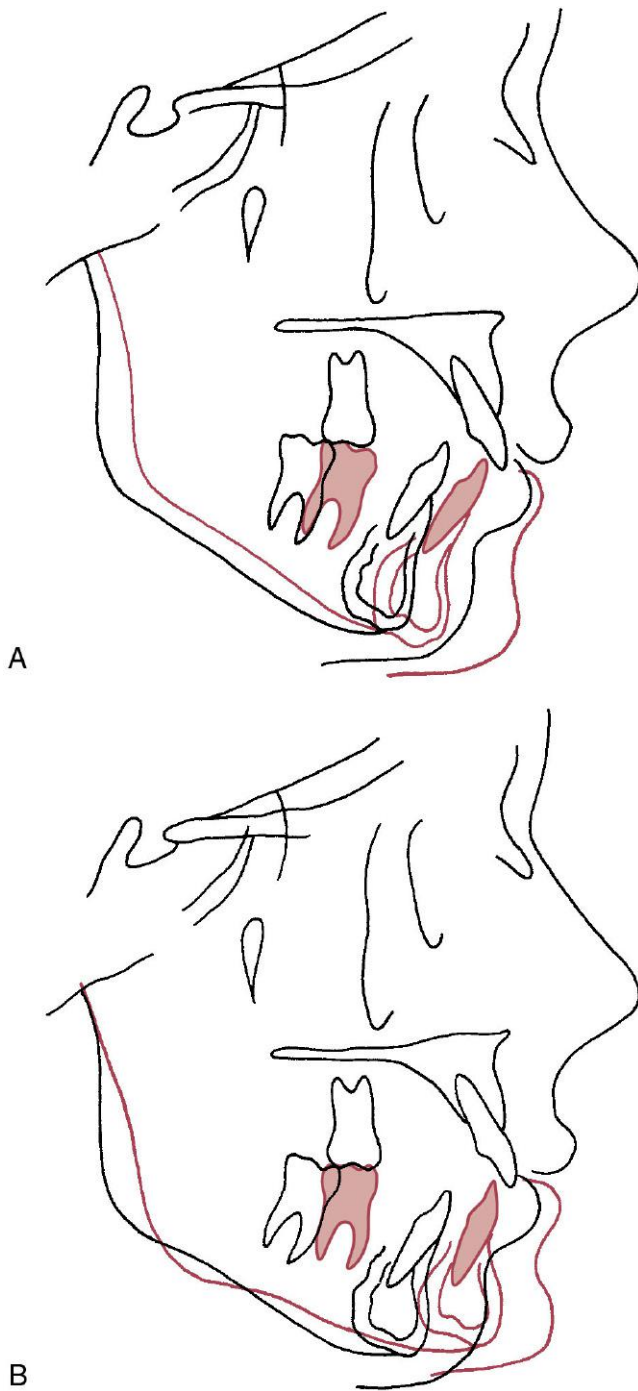


FIGURA 19-25 Efectos de la nivelación ortodóncica en la posición de la mandíbula durante la cirugía. **A.** Predicción del avance mandibular sin cambios en la posición prequirúrgica de los incisivos mandibulares (es decir, nivelación quirúrgica del arco inferior mediante la extrusión premolar). Los incisivos inferiores y el mentón se mueven hacia abajo y hacia delante, incrementando la altura facial anterior. **B.** En el mismo paciente, predicción del avance mandibular tras la nivelación prequirúrgica por intrusión de los incisivos inferiores. Esto permite rotar la mandíbula para que cuando los dientes se lleven a oclusión durante la cirugía, el mentón se mueva más hacia delante y ligeramente hacia arriba. El resultado es una disminución de la altura facial anterior y una mejor corrección de la deficiencia mandibular.

Establecimiento de la posición de los incisivos y cierre de espacios

La situación de la mandíbula con respecto al maxilar durante la cirugía dependerá de la posición anteroposterior de los incisivos; por consiguiente, es un elemento crítico en el plan de tratamiento. Suele ser la consideración fundamental a la hora de planificar el cierre de los espacios de extracción.

En el avance mandibular, antes de que existiera la fijación interna rígida, se solía realizar una ligera sobrerretrusión de los incisivos inferiores protruidos antes de la cirugía. El motivo es que los incisivos se desplazarían hacia delante con respecto a los maxilares por la tracción de los tejidos blandos estirados mientras que se colocaban los alambres en los maxilares durante la fase inicial de cicatrización. Con la fijación rígida de los segmentos mandibulares, los maxilares se inmovilizan durante solo 2 o 3 días después de la cirugía, ejerciendo poca o ninguna presión sobre los dientes, y evitando la sobrecorrección de la posición de los incisivos.

Si se prevé la división quirúrgica del maxilar en varios segmentos, se plantea una nueva consideración: establecer la inclinación axial de los incisivos y los caninos superiores antes de la intervención para poder evitar la rotación del segmento anterior durante la misma (fig. 19-27). De no ser así, al establecer la torsión correcta de los incisivos durante la cirugía, los caninos quedarán por encima del plano oclusal. En estos casos suele ser muy difícil (o imposible) la recolocación postoperatoria de los caninos. Antes de la cirugía no se deberá cerrar un espacio de extracción, que será el sitio para realizar la incisión de la osteotomía, aunque se puede utilizar hasta la mitad del espacio de extracción para ajustar la inclinación de los incisivos sin crear muchos problemas al cirujano.

Arcos de alambre estabilizadores

Según se acerca el final de la preparación ortodóncica para la cirugía, conviene obtener impresiones del paciente y estudiar la compatibilidad oclusal en los modelos de articulación manual. Las interferencias mínimas que se pueden corregir fácilmente introduciendo ajustes en los arcos de alambre pueden limitar significativamente los movimientos quirúrgicos.

Cuando se han efectuado los posibles ajustes ortodóncicos finales, hay que colocar los arcos estabilizadores durante un mínimo de 4 semanas antes de la cirugía, de tal forma que tenga un efecto pasivo cuando se vayan a obtener las impresiones para la férula quirúrgica (por lo general, 1-2 semanas antes de la intervención). De este modo nos aseguramos de que no se producirá ningún movimiento dental que dé lugar a una férula mal ajustada y que pueda comprometer los resultados de la cirugía. Los alambres estabilizadores son alambres de arco de canto completos (es decir, de acero de 17×25 con el aparato de ranura de 18, TMA o acero de 21×25 con el aparato de ranura de 22). Es necesario colocar ganchos de fijación para juntar los maxilares mientras se coloca la fijación rígida. Se pueden colocar en el momento de tomar las impresiones para la férula. Pueden ser alambres de latón soldados al alambre de estabilización de acero o ganchos de bola prefabricados soldados o amalgamados con cuidado sobre el alambre. No conviene que se deslicen a lo largo del alambre sin asegurarlos, ya que pueden soltarse o rotar al tratar de ligarlos, dificultando las manipulaciones quirúrgicas. Es necesario disponer de una firme fijación maxilomandibular durante el tiempo suficiente como para realizar una fijación rígida.

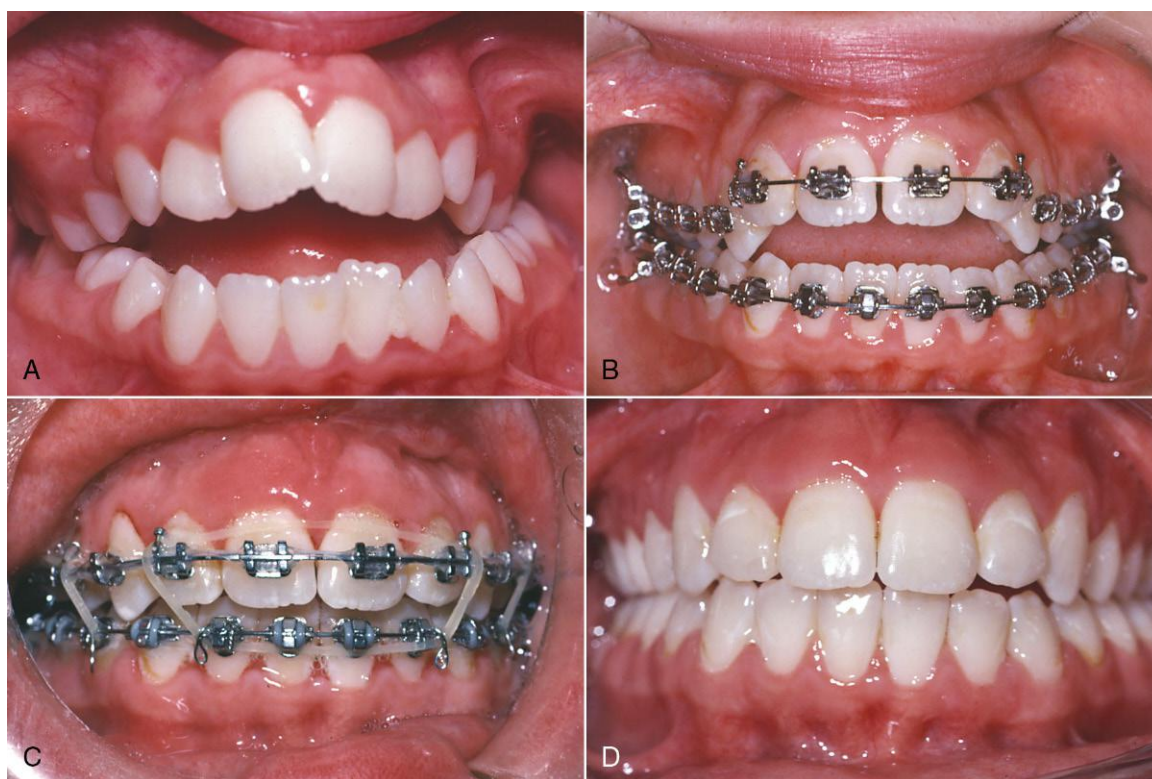


FIGURA 19-26 En la preparación para la cirugía de segmentos superiores, en ocasiones es mejor para el ortodoncista nivelar y alinear los dientes solo en los segmentos planificados, dejando la nivelación completa del arco al cirujano. **A.** Relaciones oclusales antes del tratamiento en un paciente con mordida anterior abierta, un maxilar estrecho y mordida cruzada posterior, cuyo tratamiento fue planificado con reposicionamiento superior del maxilar en tres segmentos. **B.** Se ha hecho la nivelación y la alineación en los segmentos superiores anterior y posterior, con segmentos de alambre en lugar de un alambre continuo. Se puede comprobar que en este paciente los caninos están en los segmentos posteriores. **C.** Relaciones oclusales durante la ortodoncia posquirúrgica, con elásticos verticales ligeros para mantener la posición vertical de los dientes. **D.** Finalización del tratamiento.

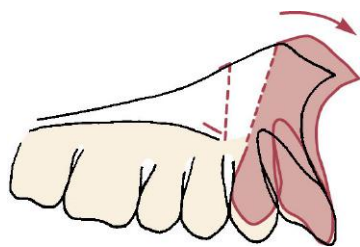


FIGURA 19-27 En la cirugía segmentaria del maxilar conviene establecer la inclinación correcta de los incisivos antes de la operación. En caso contrario, habrá que rotar el segmento anterior durante la intervención para mantener la posición vertical del incisivo maxilar mientras se cambia su inclinación. Esto tiende a elevar los caninos, sacándolos del plano oclusal, y a separar las raíces en la osteotomía.

Control del paciente durante la cirugía

Planificación quirúrgica final

Una vez que el ortodoncista considera que ha concluido la preparación quirúrgica, hay que obtener unos registros prequirúrgicos. Si hay que corregir una asimetría intermaxilar, está indicada la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC). En caso contrario, los registros prequirúrgicos consistirán en radiografías cefalométricas panorámica y lateral, radiografías periapicales de

las zonas de osteotomía interdental y modelos dentales. Si se ha previsto una intervención quirúrgica sobre el maxilar superior, hay que montar los modelos sobre un articulador semiajustable. Para evitar distorsiones, conviene retirar los arcos de alambre estabilizadores antes de obtener las impresiones. Los arcos de alambre deben haber alcanzado un estado pasivo para cuando se vayan a obtener estas impresiones prequirúrgicas finales para las férulas y la cirugía de modelos.

La planificación quirúrgica exige repetir las predicciones hechas inicialmente. La diferencia es que hay que tener en cuenta los movimientos ortodóncicos reales, en lugar de los que se habían predicho. Para simular los movimientos quirúrgicos y valorar el previsible contorno de los tejidos blandos, se utiliza una placa cefalométrica reciente (o la TCHC). Una vez conseguido un equilibrio funcional y estético satisfactorio, se reproducen los movimientos quirúrgicos en la cirugía sobre el modelo (fig. 19-28) y se fabrica la férula quirúrgica empleando los modelos quirúrgicos (o se puede utilizar la TCHC para esto).

Férulas y estabilización

Nosotros recomendamos utilizar de forma rutinaria una férula interoclusal de oblea fabricada a partir de los modelos modificados mediante la cirugía sobre el modelo. Dado que esta férula definirá los resultados posquirúrgicos, el ortodoncista

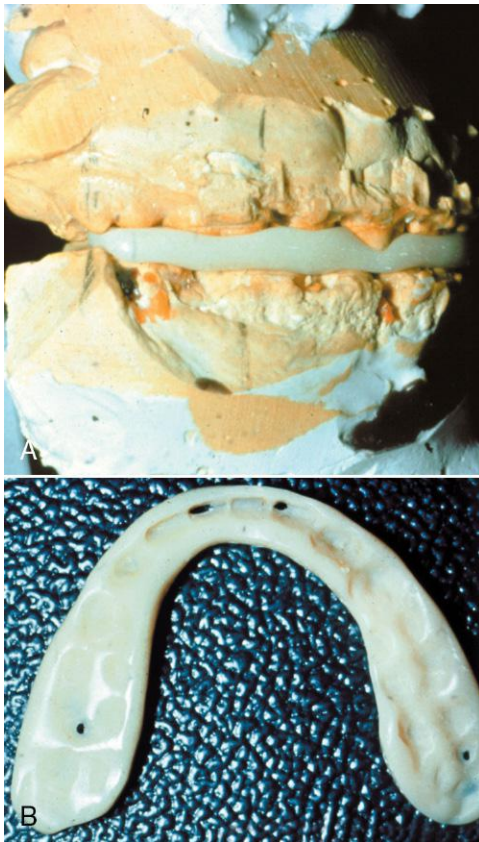


FIGURA 19-28 Para este paciente con deficiencia mandibular y mordida abierta anterior, se planificó nivelar el arco mandibular tras la cirugía de avance mandibular. **A.** Se fabricó una férula interoclusal empleando los modelos quirúrgicos, articulados tal y como serían después de la cirugía. **B.** Para un paciente como este, la férula puede ser bastante fina en la zona anterior y de los molares (obsérvese que los dos incisivos y el molar de cada lado se tocan a través de la férula), y más ancha en la zona de los caninos y premolares. (Tomado de Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*. St. Louis: Mosby; 2003.)

y el cirujano deberán revisar juntos la cirugía sobre el modelo. Cuando los pacientes requieren rehabilitación protésica postoperatoria, hay que consultar al odontólogo encargado de esta fase del tratamiento sobre la aceptabilidad de las relaciones entre contrafuertes y salientes. En este momento se podrán introducir pequeños cambios en la orientación del modelo que facilitarán el tratamiento posterior sin comprometer la intervención quirúrgica.

La férula debe ser tan fina como consistente, con una resistencia adecuada. Es decir, la férula nunca debe tener más de 2 mm de grosor en el punto más delgado, en el que los dientes apenas están separados. Si no se ha nivelado prequirúrgicamente el arco inferior, algunos dientes pueden contactar a través de la férula (v. fig. 19-28, B). Hay que recortar la férula a la altura de las superficies bucales para permitir una adecuada higiene y verificar visualmente que se ajuste correctamente durante la función, ya que la férula se mantiene en posición durante la fase inicial de cicatrización (normalmente entre 3-4 semanas). Es un error retirar la férula después de usarla en el quirófano. Se

debe mantener colocada hasta que se reemplacen los alambres estabilizadores con alambres más ligeros y flexibles (v. más adelante).

Cuidado posquirúrgico

Debido a la tendencia a reducir los costes asistenciales, las estancias hospitalarias para la cirugía ortognática moderna han disminuido considerablemente. Actualmente, las osteotomías de división sagital de la rama mandibular se pueden realizar en un solo día, sin necesidad de que el paciente pernocte en el hospital, y tampoco suele ser necesario que el paciente pase la noche en el hospital tras una osteotomía del reborde mandibular inferior. Generalmente, tras las osteotomías del maxilar el paciente debe quedar ingresado una noche, y tras la cirugía bimaxilar casi siempre tiene que permanecer en el hospital entre 1 y 2 días. Es importante disponer de personal de enfermería cualificado y experimentado que se encargue de la asistencia posquirúrgica. En caso de que el paciente reciba el alta poco después de la intervención quirúrgica, es importante que se pueda poner en contacto telefónico con el personal de enfermería. Sorprendentemente, los pacientes necesitan pocos analgésicos, especialmente tras la cirugía del maxilar. Las técnicas de fijación rígida han permitido reducir las molestias derivadas de la inmovilización prolongada de los maxilares.

Hay que recomendar a los pacientes que sigan una dieta blanda (es decir, batidos, patatas, huevos revueltos, yogur) durante la semana después de la operación. En las 2 semanas siguientes, se pueden introducir en la dieta alimentos que requieran alguna masticación (como pastas blandas, carne picada), basándose en las molestias que se sienten para controlar la progresión. Los pacientes deberán haber recuperado su dieta normal a las 6-8 semanas de la intervención. Esto coincide con el momento en que el ortodoncista puede permitir al paciente que coma sin tener que usar elásticos (v. más adelante).

Esta progresión se puede mejorar considerablemente mediante un régimen programado de fisioterapia que comience tan pronto como haya desaparecido el edema articular intracapsular después de la cirugía (por lo general, 1 semana después de la operación). Durante la primera semana, los pacientes deben abrir y cerrar la boca con cuidado, sin sobrepasar los límites que producen molestias. Durante las 2 semanas siguientes, se realizan tres sesiones de 10 a 15 min con ejercicios de apertura y cierre y de movimientos laterales sobre la férula. Entre la tercera y la octava semana, se va aumentando la amplitud de los movimientos para poder lograr una función óptima al cabo de unas 8 semanas.

Ortodoncia posquirúrgica

Una vez conseguidos la estabilidad y un rango de movimiento satisfactorios, se pueden iniciar las fases finales de la ortodoncia. Con fijación rígida, esto se produce entre 2-4 semanas después de la cirugía.

Es muy importante que al retirar la férula se retiren también los arcos de alambre estabilizadores y se coloquen los alambres de trabajo para permitir que los dientes alcancen su posición final. Esto significa que normalmente es el ortodoncista, no el cirujano, quien debe retirar la férula. Con estos alambres de

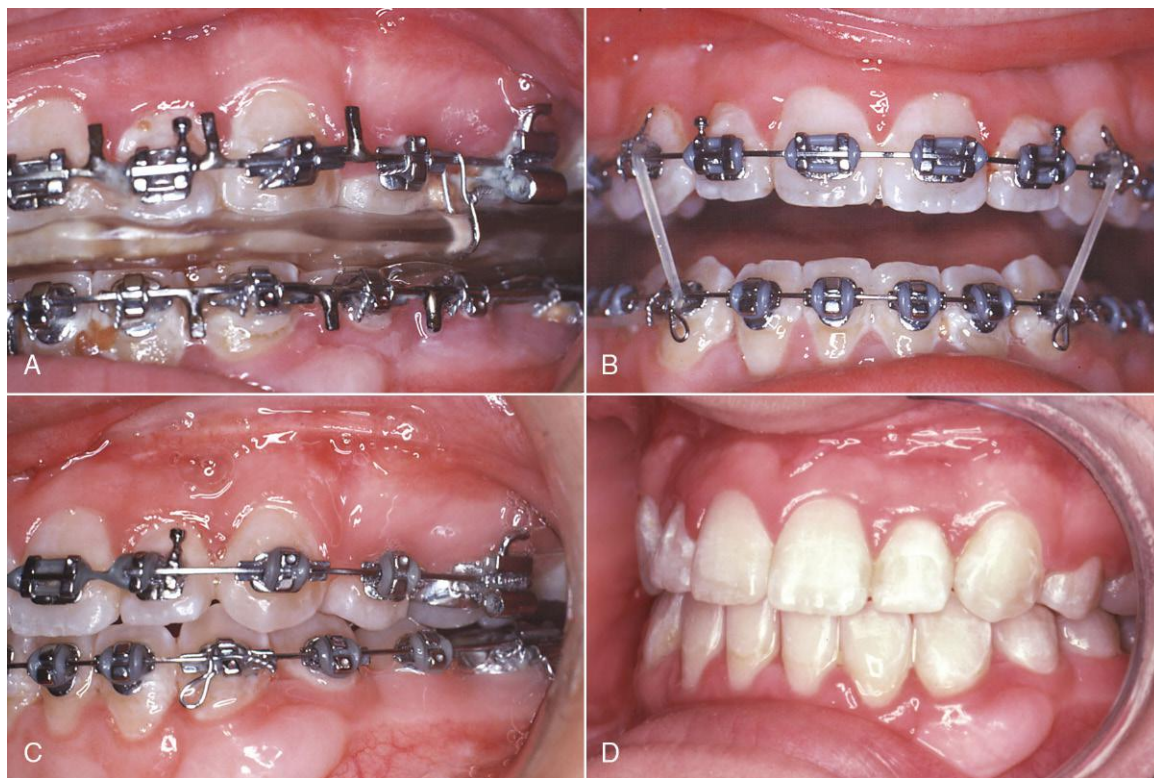


FIGURA 19-29 **A.** Después de la cirugía, el paciente ejerce la función sobre una férula, que se fija al alambre maxilar (como en este caso) o mandibular hasta que el cirujano esté satisfecho con la cicatrización inicial (con fijación rígida, suele ser de 2-4 semanas). **B.** En esta fase se quitan la férula interoclusal y los alambres estabilizadores (la férula no se debe quitar hasta que se reemplacen también los alambres mandibulares) y se colocan alambres de trabajo ligeros el resto del tiempo. En este paciente, el alambre maxilar es de β -Ti 17 $\times$ 25 y el mandibular es de acero 16. Durante el primer mes, los elásticos en caja posteriores ligeros se llevan a tiempo completo, también mientras se come. Durante el segundo mes, los elásticos pueden quitarse para comer, pero han de llevarse durante el resto del tiempo. **C.** Al cabo de 2 meses, los dientes ya suelen estar en oclusión y los elásticos verticales se pueden utilizar solo por la noche. **D.** Al cabo de 4 meses de haber comenzado la ortodoncia posquirúrgica, se quitaron los aparatos. Puede observarse el injerto gingival que se colocó antes de la cirugía para evitar el desprendimiento del tejido vestibular al canino inferior izquierdo.

trabajo se necesitan elásticos ligeros (fig. 19-29), no tanto para el movimiento de los dientes (los arcos se encargarán de eso) sino para contrarrestar los impulsos propioceptivos de los dientes, que de otro modo inducirían al paciente a buscar una nueva posición de intercuspidación máxima. Hasta que se extraigan los arcos estabilizadores de alambre los dientes se mantienen firmes en la posición prequirúrgica. Si retiramos la férula sin permitir que los dientes se asienten con una intercuspidación mejor, puede suceder que el paciente adopte una mordida de conveniencia indeseable, lo que a su vez complica el acabado ortodóncico y puede generar tensiones sobre las heridas quirúrgicas recientes.

La elección del tipo de alambre empleado para la ortodoncia posquirúrgica dependerá del tipo y la cantidad de movimiento que se requiera. La disposición típica de los dientes en oclusión se puede efectuar con rapidez utilizando alambres redondos ligeros (generalmente de acero de 16 mil) y elásticos cuadrangulares posteriores con un vector anterior que respalde la corrección sagital. A menudo conviene colocar un alambre rectangular flexible en la arcada superior para controlar la torsión de los incisivos superiores (en ranuras de 18, β -Ti [TMA] de 17 $\times$ 25; en ranuras de 22, M-NiTi de 21 $\times$ 25 [nitinol o equivalente]) y un alambre redondo en la arcada inferior.

Los elásticos se deben mantener hasta que se haya establecido una oclusión firme. Generalmente, los pacientes utilizan elásticos ligeros en todo momento, incluyendo las comidas, durante las primeras 4 semanas, continuamente excepto para comer durante otras 4 semanas, y solo por la noche durante un tercer período de 4 semanas. Los elásticos se pueden retirar durante el perfeccionamiento final de la oclusión. La intolerancia al tratamiento continuado después de aproximadamente 6 meses va en aumento, por lo que es importante intentar finalizar el tratamiento ortodóncico posquirúrgico en ese intervalo de tiempo.

En la figura 19-30 y en los informes precedentes de casos de este mismo capítulo se muestra una secuencia típica de tratamiento.

La retención tras la ortodoncia quirúrgica es similar a la de los demás pacientes adultos (v. capítulo 17), con una excepción importante: si la arcada superior se expandió transversalmente, es muy importante no solo mantener la expansión durante la fase de acabado del tratamiento ortodóncico, sino también que el paciente utilice un retenedor a tiempo completo en el maxilar durante al menos 6 meses. Si tras la cirugía se colocó un arco lingual transpalatino, se debe mantener colocado durante el primer año después de la cirugía.



FIGURA 19-30 Para tratar la maloclusión de clase III de esta chica se utilizó un casquete de tracción inversa unido a una férula maxilar. Se obtuvo una respuesta favorable a corto plazo, pero tras el crecimiento puberal **(A)** la paciente tenía nuevamente un mentón muy fuerte y aspecto de deficiencia paranasal, una mordida cruzada anterior **(B)** y una relación intermaxilar de clase III esquelética **(C)**. Se optó por realizar un seguimiento periódico mediante cefalografías seriadas hasta conseguir tres cefalografías superpuestas sin cambios apreciables, que constituyen el mejor indicio de que el crecimiento prácticamente ha cesado. A los 16 años de edad había cumplido este requisito, y comenzó el tratamiento ortodóncico para prepararla para la cirugía ortognática. **D.** Progresos con el aparato fijo. La paciente tenía unos incisivos laterales muy pequeños, y tras haber completado la alineación inicial se retocó la altura de las coronas anteriores con un láser de diodos, y se reconstruyeron provisionalmente los incisivos laterales con composite para conseguir una anchura dental normal.

(Continúa)

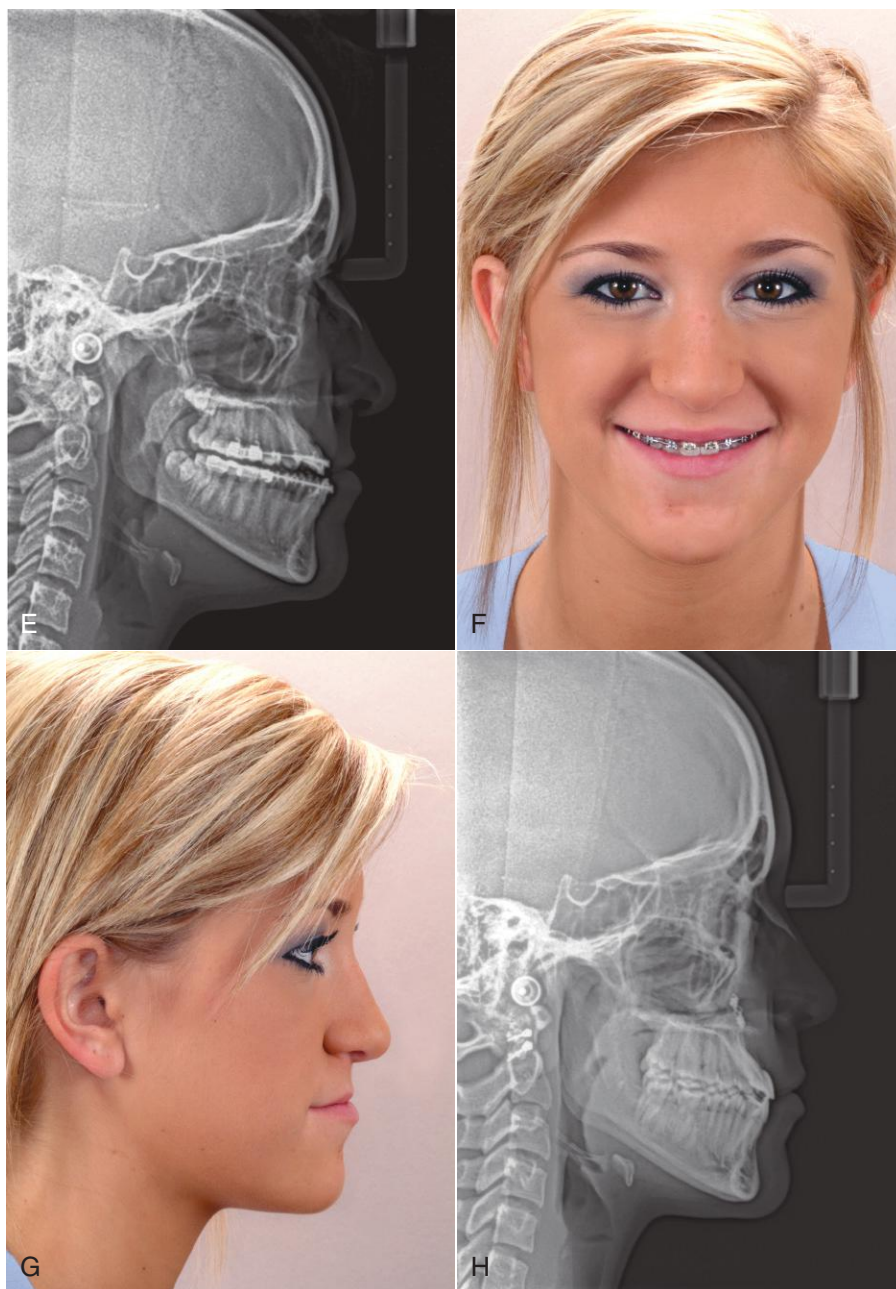


FIGURA 19-30 (cont.) E. Cefalografía obtenida antes de la cirugía. F y G. Sonrisa y perfil antes de la cirugía. En ese momento, la paciente tenía una exposición inadecuada de los incisivos superiores al sonreír y también una exposición inadecuada del bermellón del labio superior. Se puede ver que el labio superior era más fino que el inferior, lo que indica una falta de soporte de los tejidos: tenía un perfil moderadamente cóncavo, una punta nasal baja y un soporte inadecuado del labio superior. El plan quirúrgico consistía en adelantar el maxilar superior con una rotación descendente en sentido anterior para corregir la maloclusión de clase III, incrementar el soporte del labio superior, aumentar la exposición de los incisivos al sonreír y practicar una rinoplastia para estrechar la base alar y elevar la punta de la nariz. H. Cefalografía obtenida después del tratamiento.



FIGURA 19-30 (cont.) I. Oclusión dental después del tratamiento. J y K. Sonrisa y perfil después del tratamiento. L. Superposición cefalométrica que muestra los cambios producidos por la cirugía. Puede observarse el aumento del soporte dental y esquelético del maxilar superior, el equilibrio más proporcionado entre los labios superior e inferior, la mayor exposición de los incisivos y la mejora del soporte mesofacial y la estética nasal.

Bibliografía

1. Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 10:671-692, 1957.
2. Bell WH, LeFort I. osteotomy for correction of maxillary deformities. *J Oral Surg* 33:412-426, 1975.
3. Epker BN, Wolford LM. Middle third facial osteotomies: Their use in the correction of acquired and developmental dentofacial and craniofacial deformities. *J Oral Surg* 33:491-514, 1975.
4. Eagly AH, Ashmore RD, Makhijani MG, et al. What is beautiful is good, but ...: a meta-analytic review of research on the physical attractiveness stereotype. *Psych Bull* 110:109-128, 1991.
5. Oland J, Jensen J, Elklit A, et al. Motives for surgical-orthodontic treatment and effect of treatment on psychosocial well-being and satisfaction: a prospective study of 118 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 69:104-113, 2011.
6. Phillips C, Proffit WR. Psychosocial aspects of dentofacial deformity and its treatment (Chapter 3). In: Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*, St. Louis: Mosby; 2003.
7. Smith JD, Thomas PM, Proffit WR. A comparison of current prediction image programs. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 125:527-536, 2004.
8. Phillips C, Bailey LJ, Kiyak HA, et al. Effects of a computerized treatment simulation on patient expectations for orthognathic surgery. *Int J Adult Orthod Orthogn Surg* 16:87-98, 2001.
9. Joondeph DR, Bloomquist D. Mandibular midline osteotomy for constriction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 126:268-270, 2004.
10. Chamberland S, Proffit WR. Short- and long-term stability of SARPE revisited. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 139:815-822, 2011.
11. Crago CA, Proffit WR, Ruiz RL. Maxillofacial distraction osteogenesis (Chapter 12). In: Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*, St. Louis: Mosby; 2003, pp 357-393.
12. Sarver DM, Rousso DR, White RP Jr. Adjunctive esthetic surgery (Chapter 13). In: Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity*, St. Louis: Mosby; 2003, pp 394-415.
13. Sarver DM, Rousso DR. Plastic surgery combined with orthodontic and orthognathic procedures. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 126:305-307, 2004.
14. Snow MD, Turvey TA, Walker D, et al. Surgical mandibular advancement in adolescents: postsurgical growth related to stability. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 6:143-151, 1991.
15. Roberts HG, Semb G, Hathorn I, et al. Facial growth in patients with unilateral clefts of the lip and palate: a two-center study. *Cleft Palate-Craniofacial J* 31:372-375, 1996.
16. Kiyak HA, West RA, Hohl T, et al. The psychological impact of orthognathic surgery: a 9-month followup. *Am J Orthod* 81:404-412, 1982.

ÍNDICE ALFABÉTICO

A

Aborígenes
australianos, maxilares inferiores, 109f
digestión, ejemplo, 10f
maxilares inferiores, ejemplo, 109f
Abrazaderas, retirada, 603f-604f
tratamiento de las lesiones de mancha blanca, 369
Acabado, 683
etapa, discrepancias de la línea media, 584-585
posicionadores (uso), 594-595, 595f
técnicas
microestéticas, 597-599
recidiva (prevención), 595-597
AcceleDent, dispositivo de vibración, 295f
Acero inoxidable, aleaciones, 314
arcos de alambre, elasticidad/recorrido (mejora), 323f
nomogramas
de flexión, 319f
de torsión, 320f
resistencia relativa/rigidez/recorrido, 317f
sustituto del oro, 328
titanio, alternativa, 369-370
Ackerman-Proffit, esquema, elementos (combinación), 204
Acomodación, 60
Acondroplasia
gravidad, deficiencia mesofacial, 132f
rareza, 132
Acrílico polimerizado en frío, uso, 478f
Acromegalia, vista de perfil/radiografía cefalométrica, 127f
Actinobacillus actinomycetemcomitans, presencia, 659
Activador
aparato
pasivo dentosoportado, 349f
de tipo, uso, 498-499
diferenciación, 348
masa, retirada, 350f
de receptores de factor nuclear-ligando (RANKL), incremento, 283
término, uso, 308
uso, 231f
Actividad osteoblástica, estimulación, 283-285
Adams, gancho, ajustes clínicos, 349f
Adams, Philip, 348
Adaptación(es)
fisiológicas, espectaculares (necesidad), 66
neuromuscular, 709
consecuencias, 709
Adenoidectomía, necesidad, 143
Adenoides, tamaño, 142

Adhesión
adhesivos
fuerza (aumento), 366-368
que liberan flúor, disponibilidad, 369
base, 364-368
cementos de ionómero de vidrio modificados, uso, 366
desprendimiento, 366-368
directa, 366
dificultad, 366
pasos, 367f
técnica, resina fotoactivada (uso), 366
fallo, incidencia, 594f
fuerza óptima (obtención), 366
indirecta, 366
pasos, 368f
popularidad creciente, 366
materiales, 365-366
preparación, representación esquemática, 365f
resinas bis-GMA, uso, 366
Adolescencia, 92-96
alineación, cambios, 108-111
alteraciones, 126-128
años de la dentición permanente precoz, 92-96
cambios
con la edad, 104-113
por la maduración, 104-113
chicas, etapas, 94
complejidad, 59f
complejo
dentofacial, patrones de crecimiento, 96-103
nasomaxilar, crecimiento, 96-97
crecimiento
curvas de velocidad, 94f
físico, factores estacionales/culturales, 95
interrupción, 94-95
mandibular, rotación, 99-103
variables raciales/étnicas/nacionales, impacto, 95f
desarrollo físico, 59
deseo de tratamiento, 60
dientes permanentes, altura de las coronas (aumento), 112f
exposición de los incisivos, en función de la edad, 106f
inicio, 92-93
oclusión, cambios, 108-111
precoz, sutura mesopalatina, 305f
tejidos blandos faciales, cambios, 105-108
Adolescentes
audiencia imaginaria, 63
influencia, 62
crecimiento, caracteres sexuales secundarios (contraste), 160t
expansión palatina, armazón rígido (necesidad), 538f

maxilar(es)
estirón puberal, 95f
superior, fuerza transversal, 226f
periodontitis agresiva, 157f
plan de tratamiento, 240
segundo molar impactado, enderezamiento quirúrgico, 544-545
sutura, expansión, 227-228
tratamiento de clase II, crecimiento diferenciado, 556-557
Adquisición del comportamiento, 55
Adrenarquia, 95-96
Adultos
alineadores transparentes, uso, 353
cambios del crecimiento, 104f-105f
características de compromiso periodontal, 625f
comentario, 623-624
consideraciones psicológicas, 637-641
injerto gingival, uso, 650f
consideraciones biomecánicas, 626
cooperación, problemas, 156
crecimiento facial, 104-105
equilibrio oclusal, 81
evaluación periodontal, 646
guía, 60
jóvenes
asistencia ortodóncica, 60
índices faciales, 163t
mediciones antropométricas faciales, 161t
mediciones antropométricas faciales, 161t
movimientos de masticación, contraste, 72f
patrón
de deglución, aspecto, 140
de masticación, 72
terapia ortodóncica, 661-683
tratamiento ortodóncico, 623
agrupamientos, 623
aparatos estéticos, uso, 661-667
comparación, 17f
contraindicaciones, ausencia, 646
general, 637-660
rarezas, 17
Afectación periodontal, 650
grave, 651-652
mínima, tratamiento del paciente, 646-650
moderada, 650-651
Agujero magno, bordes anteriores, 187f
Alambre(s)
de 16 × 22, 574
bucles de cierre, 573f
uso, 572-573
de 19 × 25, uso, 574
de acabado fabricados por ordenador, uso, 381-382
de arco de canto, dobles de primer/segundo/tercer orden, 372f
cementado, 616f

Los números de página seguidos de *c* indican cuadros, los seguidos de *f* figuras y los seguidos de *t* tablas.

- Alambre(s) (*cont.*)
 cualidades superficiales, 329
 de NiTi
 austenítico (A-NiTi), curvas de activación/reactivación, 317f
 auxiliar, recomendación, 543
 superelástico (A-NiTi), rendimiento, 586-587
 gemelos, aparato, 359
 material, propiedades, 314
 ortodóncicos, propiedades comparativas, 316t
 rectangulares de dimensiones completas, sustitución, 592
 recto
 brackets/tubos, 375-378
 prescripciones, 361-362
 redondo, muelle comprimido (uso), 632f
 superelástico auxiliar, uso, 537f
 superelásticos
 adición, 536
 elasticidad, consecuencias, 534
 problema, 535f
 uso, 395
 de varios hilos, uso, 453f
 Aleaciones de cromo-cobalto, 314
 Aleta lingual, uso, 498f
 Alfabetización sanitaria, importancia, 258
 Alicates para quitar bandas, uso, 593f
 Align Technology, informatización del proceso, 355
 Alineación
 apiñamiento
 simétrico, 533-534
 análisis del espacio, 182
 arco(s)
 de alambre
 propiedades, 532-533
 rectangular, uso, 532f
 principios para la elección, 531-532
 cambios, adolescencia, 108-111
 casi perfecta, 9f
 componentes, 501
 dental, oclusión (relación), 176-180
 dientes
 impactados, 540-545
 sin erupcionar, 540-545
 espacio (necesidad de), modelos dentales digitalizados (uso), 531f
 evaluación, 211
 secuencia, 533f
 situaciones
 con extracción de los premolares, 534-535
 sin extracciones, 535-536
 tratamiento ortodóncico general, 531-536
 Alineadores
 depresión, creación, 354f
 fabricación, pasos, 356f
 preparación, pasos, 355
 remodelados, problemas, 355
 secuencia, formación, 357f
 secuenciales, uso, 356-357
 transparentes
 desarrollo, 353-355
 secuencia, uso, 636-637
 uso, 353
 clínico, consideraciones, 355-357
 Alizarina (colorante), 29-30
 inyecciones, 31f
 muestra, ejemplo, 35f
 AlloDerm, uso, 707
 Almohadillas linguales, 498f
 uso, 498-499
 Alteraciones
 dentales desfigurantes (sufrimiento psíquico), 11
 dentofaciales, tratamiento ortodóncico, 17-18
 faciales, desfiguración (sufrimiento psíquico), 11
 Altura facial anterior
 aumento, 714-715
 corta, 237
 incisivos inferiores (sobrerupción), 554f
 reducida, disminución, 515f
 Altura anchura facial, relación proporcional (índice facial), 162
 Altura anchura, relaciones, 172-174
 Amígdalas faríngeas, tamaño, 142
 Amigdalectomía, necesidad, 143
 Amoldamiento
 fetal, 122-123
 intrauterino, 12-123
 Análisis
 antropométrico, mediciones faciales, 162f
 cefalométrico
 aparición, 230
 desarrollo, 187-188
 modelos de digitalización lateral, 188f
 objetivo, 188
 por ordenador, uso, 198
 parcial total, descripción de Sassouni, 192
 del perfil, 162-167
 Anamnesis médica, 152
 necesidad de información, 151-152
 obtención, 153f-154f
 ANB, ángulo, 190
 limitaciones, 193-194
 aumento, 214
 Anclaje(s)
 apiñamiento/protrusión de clase I, 570-575
 aspectos mecánicos, 328-335
 bandas, 362-364
 cementados, 364-369
 retirada, 593
 uso, 663
 control, 296-299
 arcos linguales, necesidad, 576
 dificultad/importancia, 395
 mejora, 333-334
 métodos, 332-335
 cortical, 298
 disponibilidad, 635
 dispositivos de anclaje temporal, 382-388
 embandados/cementados, 466f
 esquelético, 298-299, 334-335, 552-555
 anclaje absoluto, obtención, 299f
 aplicación, 484, 667
 consecuencias, 234
 derivación, 334-335
 elásticos de clase III
 tratamiento, 489t
 uso, 489
 percepciones de paciente/médico, 681-683
 posibilidades de intrusión, 552
 temporal
 cirugía ortognática (contraste), 690
 unidades, eficacia, 552-553
 uso, 395
 ventajas, 560
 estacionario, 297-298
 extraoral, efectos, 510f-511f
 fuerzas intermitentes, 362
 importancia, 535f
 labiales, necesidad, 362
 linguales, necesidad, 362
 máximo, 575-577
 método, 542
 moderado
 cierre del espacio, arco de canto de ranura de 22 (uso), 574-575
 situaciones, 570-575
 tratamiento, arco de canto de ranura de 18 (uso), 570-574
 ortodóncico, consecuencias, 331-332
 palatino, 559-560
 colocación quirúrgica, 335f
 establecimiento, 559
 posterior
 control, 552
 en el maxilar superior, refuerzo, 576
 refuerzo, 565
 arcos de estabilización, uso, 577
 preparación, 576
 ramas, implante, 659f
 reforzado, 297
 término, uso, 297
 refuerzo, 297
 aparato extraoral, uso, 334
 producción, 333f
 requisitos, 333
 resistencia, 296-299
 situaciones, 296-299
 superficie, 365
 tensión, reducción, 577
 tornillos óseos, 665f-666f
 uso, 672f
 uso, 356
 utilidad, 296
 superficie radicular, equivalencia, 297f
 Andresen, activador, base, 348
 Angle, Edward H, 2
 aparato de arco
 de canto, 359
 de cinta, 359f
 arco E, 359f
 clasificación, descripciones, 205f
 hábitos durante el sueño, 139
 imagen, 3f
 introducción del arco de alambre rectangular, 328
 línea, dientes (relación), 207f
 paradigmas, paradigmas de tejidos blandos (contraste), 5t
 progresión, aparatos de arco de canto, 358-359
 reborde clave, 234
 sistema, 204
 Anillo elastomérico (rosquilla), uso, 364f
 Animales superiores, mandíbula (desarrollo), 35
 Animismo, 61
 Anodoncia, 128
 Anomalías
 craneofaciales, 115-116
 del desarrollo, 396-397
 ortodóncicas, 267-268
 Anquilosis, incisivos superiores, 660
 Antiinflamatorios no esteroideos (AINE), consecuencias, 289

- Antropometría, 26
- Aparato
- de 2 × 4, 410-411
 - separación, consecuencias, 550f
 - de 2 × 6
 - colocación, 397f
 - uso, 343f
 - de alambre recto, producción, 377f
 - aparato linguales, 377-378
 - de arco
 - de canto (Angle), 359, 361-362
 - anchura de los brackets, consecuencias, 567
 - control
 - automático de la rotación, 361
 - de la rotación, métodos alternativos, 362f
 - dimensiones de las ranuras de los brackets, alteración, 361
 - inserción, 360f
 - prescripciones de alambres rectos, 361-362
 - progresión de Angle, 358-359
 - ventajas del posicionador, 594
 - de cinta (Angle), 359
 - instrucción de Begg, 360
 - modificación, 360f
 - problemas de flexibilidad, 359f
 - asistido por ordenador, prueba, 377-378
 - de banda y resorte, fabricación integral, 420f
 - cementado, ventajas, 585
 - completos, aparatos parciales, diferencias biomecánicas, 395
 - extraoral, 464f
 - uso, 334
 - fabricación, 406f
 - fijo(s), 357-388
 - alineación, secuencia, 533f
 - características, 369-382
 - desarrollo, 358-362
 - espacio, recuperación, 436f
 - parcial, ortodoncia complementaria, 625
 - sistemas, 359-361
 - brackets, contraste, 327-328
 - técnica, 630f
 - de tornillos de expansión, anclaje, 477
 - tratamiento, 261f
 - erupción posterior, control, 522f
 - fricción, 328-330
 - ventajas, 499
 - filosofía, 334
 - funcional(es)
 - activador, uso, 231f
 - alineación previa al tratamiento, 502
 - bloques de mordida, uso, 520
 - categorías, 350
 - cementados, 502-503
 - de clase II
 - fijos, componentes, 498-505
 - de quita y pon, componentes, 498-505
 - de clase III, mordida de trabajo (producción), 486
 - componentes, 351t
 - consecuencias, 492-493
 - construcción, mordida de trabajo (obtención), 504f
 - crecimiento
 - incidencia, 492
 - uso para modificar, 350-351
 - dentosoportados
 - activos, 350
 - categoría, 350
 - pasivos, 350
 - tornillos de expansión (incorporación), 502f
 - desarrollo, 490-491
 - diferenciación, 348
 - eficaz, 503-505
 - fijos (aparatos de Herbst), 352f
 - problemas de elección, 517
 - uso, 505
 - función del retenedor activo, contraste, 619
 - híbrido(s), 351
 - componentes, 353f
 - dentosoportado, categoría, 351
 - tratamiento, 524f-527f
 - uso, 268
 - introducción, 350-491
 - modificados, función del retenedor activo, 619
 - mucosoportados, 350-351
 - categoría, 351
 - parcialmente fijo, 502-503
 - pasivo dentosoportado, categoría, 350
 - de quita y pon, 503-505
 - elementos activos, 501
 - superposición cefalométrica, 502f
 - técnica de impresión, 502
 - tratamiento, 493f
 - calcos cefalométricos, uso, 308-310
 - clínico, 503-505
 - diseño, 521f
 - efectos, 492f
 - eficacia, 520
 - métodos, 502
 - resultado, 309f
 - uso, 516f-517f
 - uso, 515-516
 - para hábitos, indentaciones, 406f
 - labiolingual, 359
 - linguales, 377-378
 - inclinación prevista/conseguida, diferencia, 379f
 - método a medida, 378f
 - materiales, 369-372
 - ortodóncicos
 - características, 626
 - consideraciones, 715-716
 - factores de diseño, 324-328
 - fijos, objeciones, 377
 - de quita y pon
 - inconvenientes, 347-348
 - ventajas, 347
 - reactivación, prevención, 289
 - retirada, 262f-263f
 - problemas, 610f
 - parciales, aparatos completos (diferencias biomecánicas), 395
 - preferencias de los pacientes, 378
 - prescripción, 362
 - torsión, magnitud (recomendación), 374
 - de quita y pon, 347-357
 - bases de vulcanita/metal/alambre de níquel-plata, combinación, 348
 - desarrollo, 348-350, 490-491
 - continuación, 348
 - desgaste, 59
 - diseños de la placa de Schwarz, 349f
 - función como retenedor, 612
 - resorte(s)
 - digital, 436f
 - uso, 353
 - en voladizo, incorporación, 322f
 - tipo de placa dividida, 404
 - tratamiento, componentes, 350
 - uso, 441f, 443f
 - de niños, 351
 - de ranura
 - de 18, 548
 - arco de alambre de acabado, uso, 586
 - de 22, 548-549
 - cierre de espacios por deslizamiento, 574f
 - uso, 577
 - de recolocación anterior mandibular (MARA), 492
 - aparato, 492, 498-499
 - extracción, 505
 - superiores limitados, uso, 441f
 - tratamiento, 413-415
 - necesidad, 420f
 - Apiñamiento
 - alineación, análisis del espacio, 182
 - anterior, segmento incisivo anterior recto (combinación), 440f
 - apiñamiento
 - moderado generalizado, 440
 - simétrico, alineación, 533-534
 - asimétrico, alineación, 535-536
 - de incisivos, alambre superelástico auxiliar (uso), 537f
 - caso límite, 470
 - cuantía, cuantificación, 427
 - dental
 - consideraciones
 - sobre la estabilidad, 224
 - estéticas, 222
 - expansión/extracción, 222-226
 - pautas para la extracción, 224-226
 - tratamiento ortodóncico, 127f
 - expresión, 401f
 - grave, 459-470
 - de incisivos inferiores, 220, 292f
 - alineación
 - bucle de arrastre, uso, 536f
 - facilitación, supresión de esmalte interproximal, 618f
 - preocupación del paciente, 620f
 - recesión gingival, 225f
 - inferior, tratamiento en la dentición mixta, 466f
 - inicial, acomodación, 466f
 - a largo plazo, indicación, 417
 - localizado moderado-grave, 458-459
 - mínimo, 9f
 - moderado generalizado, 440, 459-470
 - simétrico
 - alineación, 533-534
 - arcos de alambre, elección, 533-534
 - tratamiento conservador, 461
 - Apnea del sueño, deficiencia mandibular (relación), 157
 - Apófisis condilar
 - fractura, 45f
 - pérdida, artritis reumatoide (consecuencias), 267f
 - presión, radiografía panorámica, 267f
 - regeneración, 45-46

- Aprendizaje
 - por asociación, 51
 - desarrollo del comportamiento (relación), 51-56
 - por observación, 51
 - adquisición del comportamiento, 55f
 - modelos, 55-56
- Apretamiento, oclusión (imperfecciones), 12
- Arcada
 - dental(es)
 - alineación/simetría, evaluación, 211
 - anchura, aumento, 86, 88
 - asimetría, 181
 - dimensiones, cambios, 226
 - expansión, 222f
 - forma
 - natural, descripción matemática, 379
 - variación, 379
 - inferior, 9f
 - movimiento distal, 669-677
 - presión, tercer molar (consecuencias), 110f
 - superior, anchura (proporción), 171f
 - tamaño, función (consecuencias), 135
 - inferior
 - espacio, 72-73
 - molares, movimiento distal, 437f
 - nivelación, 716
 - superior
 - constricción, expansión, 404-405
 - espacio, apertura, 559f
 - estrechez, 170f
 - perspectiva, 590f
 - tornillos palatinos, uso, 229f
 - nivelación, 716-717
 - protrusión, 675
- Arco(s)
 - de alambre
 - para alineación, propiedades, 532-533
 - de A-NiTi superelástico
 - fabricados por ordenador, uso, 670f-671f
 - uso, 670f-671f
 - auxiliar(es)
 - superelástico (A-NiTi)
 - alambres, curvas de fuerza-desviación, 533f
 - arco de alambre, avance, 534f
 - eficacia/eficiencia, 532
 - flexibilidad, 426f
 - objecciones, 534
 - uso, 532
 - de torsión, consecuencias, 588f
 - brackets
 - inclinación, tolerancia, 332f
 - movimiento, 331f
 - de los bucles de cierre
 - activación, 573
 - cambio, 571f
 - dobleces en aguilón, uso, 573f
 - recomendaciones, 574
 - uso, 453f
 - comparación, 318
 - continuo, colocación, 549f
 - dobleces vestibulolinguales, 361-362
 - de dos pares, consecuencias, 341-342
 - elección, 533-534
 - ortodóncica posquirúrgica, 720
 - de estabilización, 717
 - fabricación, 378-382
 - formación, 380f
 - formas, 321-323
 - movimiento, libertad, 532
 - nivelador auxiliar, utilidad, 549f
 - ortodóncicos
 - aleaciones
 - de acero inoxidable, 314
 - de cromo-cobalto, 314
 - de níquel-titanio, 314-317
 - comparación, 318
 - consideración, 312
 - cualidades superficiales, 329
 - diámetro, disminución, 320
 - formas, 321-323
 - material(es), 314-318
 - elásticos, curva de fuerza-desviación, 313f
 - comparación, 318
 - plásticos compuestos, 318
 - propiedades, 314
 - comparativas, 316t
 - tamaños, 321-323, 321t
 - comparación, 318
 - β-titanio, 317-318
 - polímero de, 382
 - transparente reforzado con vidrio, 382f
 - secuencia de tratamiento, 382f
 - preformados
 - forma de arco catenar, inclusión, 380f
 - variaciones del arco de Brader, 380
 - rectangular
 - de acabado, colocación, 589-591
 - ajuste, 327f
 - evitación, 532
 - plano, incisivos/molares superiores (relación), 375f
 - sustitución, 592
 - uso, 328
 - presunción de ajuste, 588-589
 - secuencia, 584c
 - superficie
 - cualidades, 329
 - distorsión, 332f
 - tamaño(s), 321-323, 321t
 - insuficiente, 328
 - técnica, 466f
- de alineación, principios para su elección, 531-532
- sin anclaje, 550-551
 - sistemas, puntos débiles, 550
- anterior de canino a canino, 612f
- de canto de ranura
 - de 18, uso, 570-574
 - de 22, uso, 574-575
- cigomático
 - base
 - anclaje óseo, fijación, 235f
 - miniplates, colocación, 386f, 486f
 - miniplates, colocación, 385-386
 - sombra, 187f
- continuos
 - mecánica, 345-346
 - técnica de arco de canto, 584c
 - ventajas/inconvenientes, 345-346
- dimensiones, 88f
- E (Angle), 358-359
 - ligaduras, uso, 359f
- externo, longitud (necesidad), 513f
- facial(es)
 - ajuste, pasos, 512f
 - anclajes, efectos, 510f-511f
 - arco interno, expansión, 540
 - cincha cervical, fijación, 514f
 - corto, inserción, 510f-511f
 - preformados, suministro, 512f
 - uso, 507
- faríngeos, formación, 114
- inferiores
 - aparatos de Crozat, 348f
 - expansión
 - aparato fijo, uso, 462f
 - espacio limitado, recuperación, 437f
 - límites, 224
 - nivelación, posibilidades, 255f, 548f
 - restricción, 224f
 - retenedor adherido de canino a canino, 615f
- interno
 - de casquete, férula superior de plástico (conexión), 520f
 - tamaños, suministro, 512f
- de intrusión, 287
 - acciones, factores, 338f
 - arco utilitarios, comparación, 339f
 - creación, 336f
- labial, colocación, 540f
- lingual(es)
 - activación, 342-343
 - activo
 - efectos, 438
 - molares, movimiento posterior, 437-438
 - adición, 576
 - dispositivos de expansión de la arcada
 - superior de tipo, 403f
 - espuela, uso, 418f
 - estabilización, 565
 - adición, 576
 - anclaje, 335f
 - mandibular, 541f
 - de expansión, 405
 - extracción/exfoliación de dientes primarios, combinación, 439f
 - mantenedores de espacio, 432-433
 - soldados, 433
 - necesidad, 576
 - sistemas de dos pares, 342-343
 - soldado, colocación, 543f
 - superiores, mantenedores de espacio, 433
 - transpalatino, uso, 540
- longitud
 - adición, 534f
 - discrepancia, 224-225
 - alivio, 467f
- mecánica
 - continuidad, 345-346
 - segmentación, 343-345
- mediciones de anchura, 212t
- ortodóncico continuo, activación, 635f
- perímetro, aumento, 465f
 - mordida cruzada posterior, corrección, 403
- de polímero transparente, 382
 - abordajes, 382
 - arco de polímero transparente reforzado con vidrio, invisibilidad, 382f
 - desarrollo, 382
- segmentados, 551-552
 - cierre de espacios, inconveniente, 575
 - estrategias, 552

- mecánica, 345
 - ventajas, 345
 - método, 345f
 - técnica, resorte de retracción compuesto (diseño), 575f
- separación
 - gravidad, 664f-665f
 - vertical, 452
- de sonrisa, 170-172, 245
 - aplanado, 603f-604f
 - aplanado (no consonante), 170
 - curvatura del labio inferior,
 - relación, 171f
 - ejemplos, 265f
 - importancia, 246f
 - no consonante (aplanado), 170
- de sujeción lingual, elección, 434f
- superiores
 - alineación, 561f-562f
 - aparatos de Crozat, 348f
 - apiñamiento, desarrollo, 473f-474f
 - férula superior de quita y pon, uso, 483f
 - sonrisa, dimensiones transversales, 170
- de torsión, colocación, 583f
- utilitarios
 - activación, 339f
 - arco de intrusión, comparación, 339f
 - uso, 337-338
- en W, 403f
 - arcos linguales, demostración, 477
 - brazos de longitud, variación, 407
 - fiabilidad, 404
 - flexibilidad, 404-405
 - indentaciones, 406f
 - uso, 407f
- Arkansas, resorte, 419f
- Arrugas, disminución, 242f
- Articulación temporomandibular (ATM)
 - anquilosis, consecuencias, 46
 - daños, 123
 - disfunción, 11
 - formación, 31-32
 - función mandibular
 - estudio, 158c
 - relación, 158
 - mantenimiento, 304-305
 - problemas, maloclusión (correlación), 12
- Articulador(es)
 - montaje, 178-180
 - virtuales, 180
- Artritis reumatoide
 - de comienzo adulto, impacto, 266
 - consecuencias, 125f
 - pérdida de la apófisis condilar, 267f
 - juvenil (ARJ), consecuencias, 266
- Artropatía degenerativa, síntomas, 642
- Asimetría
 - corrección, 503
 - esquelética, 397
 - facial, 200-202
 - apiñamiento dental, tratamiento ortodóncico, 127f
 - artritis reumatoide, consecuencias, 125f
 - causa, 268
 - desarrollo, fractura de la apófisis condilar
 - mandibular izquierda (consecuencias), 187f
 - desviación del mentón, 524f-527f
 - gravidad, 199
 - montajes fotográficos, uso, 161f
 - músculo masetero, ausencia (consecuencias), 125f
 - niños, 523-527
 - torticólis, 126f
- mandibular, 124f
 - aspecto, 397f
 - causa, 268
 - resultados, 403
- Asimilación, 60
- Aspecto
 - dental, 158-175, 181
 - microestética, 172-175
 - tratamiento ortodóncico, 670f-671f
- facial, 158-175, 181
 - discriminación, 11
 - extracción/no extracción, consecuencias, 226
 - postratamiento, ejemplo, 263f-264f
 - protrusión dentoalveolar bimaxilar, 165f
 - tras el tratamiento, 263f-264f
- Atracción, imanes (uso), 543f
- Atractivo facial
 - aceptabilidad estética, máxima/
 - mínima, 172c
 - consecuencias, 172
- Audiencia imaginaria, reacción, 62
- Ausencia congénita
 - de dientes, 128
 - del incisivo lateral derecho inferior, 640f
- Autocontrol, sensación, 58
- Autonomía
 - desarrollo, 57-58
 - ejemplo, 58f
 - fallo, 58
 - paternalismo, contraste, 258
- Autotrasplante, 457-458
- Auxiliar de torsión, arco de torsión
 - de Burstone, 588
- Avance
 - mandibular
 - cirugía, ventajas, 241
 - inducción, 490f
 - limitación, 505
 - precoz, 714
 - maxilar precoz, 714
 - quirúrgico del maxilar inferior, 242f
- B**
- Bajo peso al nacer (parto prematuro), 67
- Banda(s)
 - de acero preformadas, uso, 362
 - ajuste, 363-364
 - aparatos de tornillos de expansión fijos,
 - anclaje, 477
 - molares, 395
 - alambre de acero, soldado, 404
 - dispuestas para la cementación, 365f
 - mantenedor de espacio de arco lingual,
 - soldado, 433
 - retirada, alicates para retirar bandas (uso), 593f
 - de oro adaptadas a medida, fabricación, 362
 - ortodóncica, superficies internas (capa de cemento), 364
 - preformadas
 - ajuste, 363
 - diseño, 364
 - retirada, 593
- Base(s)
 - craneal, 37
 - crecimiento, 49-50
 - maxilar inferior, crecimiento, 39f
 - registro, 197
 - sincondrosis
 - acción del centro de crecimiento, 46
 - representación esquemática, 37f
 - superposición, 197
 - ilustración, 102f
 - patrón de cara corta, 103f
 - plantilla de Bolton, 197f
 - indicación, 509f
 - suturas, fusión prematura, 48f
 - de datos para el diagnóstico, desarrollo, 147
 - esquelética del maxilar superior, anchura (aspecto), 212
 - simétricas, uso, 179f
- Begg, aparato, 359-361
 - cambio, 357-358
 - ilustración, 326f
 - modificación del anclajes del arco
 - de cinta, 360f
- Begg, Raymond, 3-4, 360
 - técnica, 550
 - ejemplo, 583f
 - elásticos de clase II, uso, 567
 - uso, 586
 - tratamiento, segunda fase (fuerzas), 567f
- Beta-titanio (-Ti), 317-318
 - nomogramas
 - de flexión, 319f
 - de torsión, 320f
- Biolux, dispositivo, 295f
- Bionator
 - conector palatino, uso, 490f
 - diseño, 350f
 - uso, 498-499
- Bisfosfonatos, 290
 - problema, razones, 290
 - recepción, aumento, 448
 - repercusiones, 447-448
- Bisturí piezoeléctrico, uso, 294f
- Björk, Arne, 31
 - estudios de implantes, radiografía cefalométrica lateral, 32f
- Bloques
 - gemelos
 - aparato
 - componentes, 351f
 - funcional, retención, 491f
 - uso, 506f
 - cementados, 492
- de mordida
 - aparatos funcionales (uso), 520
 - posteriores, 518f
- Boca
 - cicatrices, 134f
 - presión negativa, succión (consecuencias), 138-039
 - región anterior, cierre de espacio ortodóncico unilateral (prevención), 457
- Bolsas
 - periodontales, prevalencia, 645f
 - verticales
 - de dos paredes, problemas, 635
 - de una pared, problemas, 635
- Bolton
 - análisis, 183

- Bolton (*cont.*)
 plantilla
 superposición, 197f-198f
 de la base craneal, 197f
 uso, 198
 punto, 187f
- Borde gingival, mantenimiento (importancia), 652
- Bóveda
 craneal, 36-37
 caja cerebral, aumento de la longitud/
 disminución de la anchura, 66
 huesos planos, 36
 palatina, remodelación, 39f
- Brackets
 de acero
 contacto (efectos), 372
 inoxidable
 colado, brackets de acero inoxidable
 moldeado por inyección de metal
 (comparación), 369
 imagen al microscopio electrónico de
 barrido, 371f
 moldeado por inyección de metal
 (MIM), brackets de acero
 inoxidable colado (contraste), 369
 de alúmina policristalina
 imagen al microscopio electrónico
 de barrido, 371f
 superficies rugosas, 371-372
 anchos, brackets estrechos (contraste), 327-328
 anchura, 327, 548-549
 consecuencias, 327f
 angulación, 362
 de arco de canto, de tipo alambre recto
 (diseño), 626
 de autoligado, 375
 ganchos/resortes, uso, 376f
 uso, 669
 cementados, retirada, 593
 alicates, uso, 594f
 cerámicos
 arco de alambre de polímero transparente
 reforzado con vidrio, uso, 382f
 descementado
 métodos, 593
 problemas, 368
 fabricación, 371
 longevidad/resistencia a la tinción, 370
 modificación, 368
 popularidad, 329-330
 problemas, 370-371
 resistencia al deslizamiento, 371-372
 tipos, 371t
 colocación, 326f
 cualidades superficiales, 329-330
 deslizamiento, 332f
 dimensiones de la ranura, alteración, 361
 diseño, concepto de alambre recto, 372-374
 estrechez, 548
 estrechos, brackets anchos (contraste), 327-328
 fabricados a medida, 375-377
 gemelos cerámicos, 370f
 imágenes al microscopio electrónico
 de barrido, 371f
 inclinación
 doble de segundo orden (consecuencias),
 374f
 margen, 332f
 a medida, 375-377
 fijación, precisión, 375-377
 uso, 375
 metálicos, desprendimiento (consecuencias),
 593
 modificación, 361f
 moldeados, 378
 movimiento, fuerza (consecuencias), 331f
 orientación del alambre, 330f
 de plástico
 compuestos, uso, 330
 problemas, 641
 problemas de posicionamiento, 584
 de ranura
 de 18, torsión eficaz, 589t
 de 22, torsión efectiva, 589t
 retirada, 592
 Brackets/arcos de alambre cementados
 lingualmente, uso, 667
 Brackets/tubos, prescripción, 373t
 Brader, arcos
 elipse trifocal, 380
 variaciones, 380
 Bucle(s)
 de arrastre, uso, 536f
 de cierre
 de acero, características elásticas, 570
 alambre de 16 × 22, 573f
 aspectos, cambios (efecto), 571f
 colocación, 574
 factores en el diseño, 572
 localización, 570-571
 Opus, 571f
 preformados, cierre de espacios, 572f
 principios del diseño, 571-572
 propiedades elásticas, 570
 ramas verticales, alicate de tres puntas
 (uso), 573f
 recomendaciones clínicas, 572-574
 rendimiento, determinación, 570
 segmentados, uso, 576
 uso, 333f, 570-574
 en T
 aparatos, indicación, 630
 resortes, alambre de acero de 17 × 25,
 632f
 Burstone, auxiliar de torsión, 588
 utilidades, 588f
- C**
- Cabeza
 dispositivo de posicionamiento, uso
 (radiografía cefalométrica), 27f
 distorsión, 67f
 gradiente de crecimiento cefalocaudal,
 consecuencias, 21
 imágenes, TCHC (uso), 199
 postura, cambio, 142f
 proporciones, cambios, 22f
- Cadena metálica, anclaje, 425-426
- Caja cerebral (bóveda craneal), aumento de la
 longitud/disminución de la anchura, 66
- Calcificación, secuencia, 66
- Calibre(s)
 de arco, uso, 162f
 recto, uso, 162f
- Calidad
 jerarquía, 13c
 de vida (CV), mejora, 152
- Cámara 3dMD, 29f
- Cambio(s)
 faciales, tratamiento con aparatos funcionales
 (uso), 516f-517f
 mandibulares, 489t
 medio en la longitud radicular, 302t
 óseos, tinción vital, 29-30
 rotacionales, terminología (confusión), 99
- Campo(s)
 electromagnéticos, consecuencias, 282
 visual
 tamaño, disminución, 199
 TCHC, 199f
 asimetría intermaxilar, 201f
 tridimensional, 422f
- Camuflaje
 cirugía
 contraste, 241, 690-695
 decisión, 694-695
 de clase III, 237, 569
 base, 569
 extracción de primeros premolares
 superiores, 564-567
 modificación del crecimiento, contraste,
 226-237
 movimiento dental, 232-235
- Canino(s)
 brackets, colocación, 629
 derecho, retracción, 672f
 erupción ectópica, 422f
 espacio anterior, cambios, 86
 impactado, 266f
 TCHC, campo visual, 199f
 tejido (supresión), láser de diodos (uso),
 542f
 inferiores
 cambios, promedio, 98f
 erupción, 84f
 espacio, 72
 recolocación, 88
 interferencias, consecuencias, 404f
 permanentes
 erupción prematura, extracción seriada
 (complicación), 468f
 reposición, 456f
 primarios
 extracción, 464
 inferiores
 pérdida, 459
 retención, 464-466
 pérdida, desviación de la línea media
 (prevencción), 417
 superficies
 distales, rebajado, 438f
 de esmalte interproximales,
 rebajado, 438
 mesiales, rebajado, 438f
 reposición, relaciones de espacio, 89-91
 retracción, 334f
 anclaje, importancia, 535f
 en bloque, conjunto de resortes
 (representación esquemática), 354f
 independiente, 576
 movimiento de deslizamiento, 333f
 resortes de retracción de Gjessing, uso, 577f
 segmentaria, 576-577
 superior(es)
 derecho, posición, 423f
 encia, contorno, 174f

- erupción, 85f
 - ausencia, 176
 - cronología, 85-86
 - ectópica, 422-423
- espacio, 72
- impactación, radiografía panorámica, 178f
- impactado(s)
 - bilaterales
 - arco lingual soldado (colocación), 543f
 - en posición palatina, arco lingual soldado (colocación), 543f
 - radiografía panorámica, 178f
 - izquierdo
 - apiñamiento, 553f-554f
 - punto, fallo, 637f
 - posición, 423f
 - remodelado, 247f
 - resorte de enderezamiento, colocación, 587f
 - sustitución, ejecución, 245
 - técnica, 245
- Capacidades intelectuales, desarrollo, 60
- Cápsula de cristal, electrones (migración), 281
- Cara
 - altura, disminución, 715
 - componentes estructurales, esquema anatómico (superposición), 184f
 - crecimiento
 - modificación, 305
 - patrón, 37
 - dentición, relación, 158
 - gradiente de crecimiento cefalocaudal, consecuencias, 21
 - imágenes, TCHC (uso), 199
 - máscara
 - cambios, fabricación, 306
 - posición anteroposterior, evaluación de Sassouni, 192
 - proporciones, cambios, 22f
 - reconstrucción tridimensional, 26-27
 - tercio medio
 - anchura, proporción, 171f
 - fuerza ortodóncica, efectos, 305-307
 - vista frontal, examen, 162
- Caracteres sexuales secundarios
 - aparición, 159
 - crecimiento puberal, contraste, 160t
- Caras
 - alargadas, 101-102
 - caracterización, 101-102
 - clase II, 715
 - fuerzas de mordida, 136
 - gravidad, método de modificación del crecimiento, 522f-523f
 - mordida abierta, 517-520
 - problemas, tratamiento, 397
 - respiración nasal, porcentaje (comparación), 144f
 - cortas
 - caracterización, 101
 - clase II, altura facial anterior (aumento), 714-715
 - deficiencia mandibular, 710f-713f
 - fuerzas de mordida, 136
 - mordida profunda, 514-517
 - patrón
 - desarrollo, 102f
 - superposición de la base craneal, 103f
 - problemas, 397
 - respiración nasal, porcentaje (comparación), 144f
 - tratamiento con aparatos funcionales, 516f-517f
- Caries
 - control, agua fluorada/dentífrico fluorado (uso), 369
 - dental, maloclusión (consecuencias), 12
- Carillas laminadas, aspecto, 248f
- Cartilago
 - centro de crecimiento, pruebas, 44
 - condilar, desarrollo, 35
 - zona de condensación, 35f
 - epifisario, acción del centro de crecimiento, 46
 - esquelético, efectos del trasplante, 44
 - factor determinante del crecimiento craneofacial, 44-46
 - proliferación, 34f
 - supresión, efecto (pruebas), 45
 - teoría, uso, 44
- Casquete
 - adición, 520
 - ajuste del arco facial, pasos, 512f
 - anclaje, 509
 - aparato, componentes, 507
 - cervical
 - aparato, 496f
 - componentes, 507f
 - uso, 462
 - componentes, 507
 - direcciones de la fuerza, 507f
 - eficacia, 497f
 - estabilización, 565
 - fuerza extraoral, 507-514
 - instrucciones, ejemplo, 63f
 - inverso, 236f
 - prescripción de la fuerza, 306
 - presión, aplicación, 513f
 - refuerzo, 576
 - reintroducción, 230
 - tipo, elección, 508-511
 - de tracción
 - alta
 - aparato funcional, bloques de mordida (uso), 520
 - continuación, 261f
 - demonstración, 464f
 - férula superior, 520
 - gorro, férula superior de plástico (conexión), 520f
 - inserción, 510f-511f
 - respuesta, 519f
 - uso, 462, 518
 - inversa (máscara facial), 482-484
 - uso, 721f-723f
 - tratamiento
 - clínico, 511-514
 - efectos secundarios, 509f
 - respuesta, 508f
 - calidad, ausencia, 509f
 - tubos, arcos de alambre labial (uso), 540f
 - uso, 507, 560
- Castigo
 - refuerzo negativo, contraste, 53
 - tipo de condicionamiento operante, 54
 - uso, 54
- Catenaria, forma del arco, inclusión, 380f
- Caucho, materiales, 323-324
- Cavidad oral, funciones fisiológicas, 70
- Celdillas aéreas mastoideas, infección, 49f
- Células
 - condrales en proliferación, localización, 37f
 - crestales, actividad posmigratoria, 116
 - madre, trasplante (TCM), prevalencia (incremento), 447-448
 - mesenquimatosas indiferenciadas, presencia, 50f
- Cementación, 364
- Cemento(s)
 - células clásticas (ataque), 301f
 - de ionómero de vidrio modificados, uso, 366
- Centro(s)
 - de osificación, aspecto, 37
 - de resistencia
 - anclajes, extensión, 326f
 - definición, 324
 - movimiento en bloque, 651f
 - punto medio, 325f
 - de rotación, 324-325
- Chica
 - mujer(es)
 - adolescencia, división, 94
 - arcadas, espacio, 87f
 - caracteres sexuales secundarios, aparición, 159
 - curva de velocidad, 26f
 - normal, tabla de crecimiento, 23f-24f
 - primer molar, erupción (cese), 82f
 - tabla de crecimiento, 23f-24f
 - maduración
 - media, velocidad de crecimiento, 25f
 - precozmente, velocidad de crecimiento, 25f
 - tardía, velocidad de crecimiento, 25f
- Chicos (varones)
 - arcadas, espacio, 87f
 - caracteres sexuales secundarios, aparición, 159
 - curva de crecimiento en altura, 69f
 - desarrollo sexual, etapas, 94
 - lactancia, crecimiento en longitud/peso (gráficas), 69f
 - maduración, lentitud, 96
 - maxilar inferior
 - cambios dimensionales medios, 105f
 - fractura, radiografías, 78f
 - problemas médicos, tabla de crecimiento, 23f-24f
- Chorro de grasa, 94
- Chupete, uso (comparación), 413
- Cierre de espacio(s), 274
 - aparato de arco de canto, uso, 586
 - arco de alambre con bucles de cierre, uso, 453f
 - aspecto, 248f
 - control del anclaje, 334
 - en dos tiempos, 334f
 - manejo, 395
 - método de arco segmentado, 575
 - objetivo, 455-457
 - problema, 658-659
 - reposición protésica, contraste, 652-660
 - unilateral ortodóncico, prevención, 457
 - ventajas de los brackets, 328
- Cilios primarios, truncamiento, 31-32
- Cinasa de adhesión focal (FAK), mecanorreceptor, 283
- Cincha cervical
 - ajuste, 514f
 - uso, 496f, 507

- Cirugía
 camuflaje
 contraste, 241, 690-695
 decisión, 694-695
 cronología, 709-714
 dentoalveolar, 701-703
 estética facial, 241
 facial, cirugía estética facial, 241
 gingival, resultados, 261f
 indicación, gravedad de la maloclusión (consecuencias), 690
 mandibular, 699
 manejo del paciente, 718-719
 maxilar, 699-701
 técnicas, uso/modificación, 689
 ortognática
 acceso, ausencia, 696f-697f
 anclaje esquelético temporal, contraste, 690
 desarrollo, 685-689
 efectos estéticos, 241
 ensanchamiento, 703
 indicaciones, 685
 planificación, 715
 respuesta psicológica, representación generalizada, 692f
 rinoplastia, combinación, 243f
 periodontal complementaria, 596-597
 planificación quirúrgica final, 718
 preparación ortodóncica, pasos, 716-717
 segmentaria del maxilar superior, 718f
 Clase I molar, retracción, 235f
 Clase II esquelética
 deficiencia mandibular, 233f
 descripción, 268
 maloclusión, 473f-474f
 aparato funcional de quita y pon, superposición cefalométrica, 502f
 problema
 corrección, posibilidades, 253f
 predicciones quirúrgicas, 693f
 Clase III esquelética, definición, 212-213
 Clasificación
 esquema, foco, 204-206
 ortodóncica, 203-214
 esquema, foco, 204-206
 imagen, 204f
 sistema(s)
 de clasificación de cinco características, adiciones, 206-210
 desarrollo, 204-206
 vista, 204f
 ClinCheck, 355
 modificación, 358f
 papel clínico, 355
 Cobre NiTi, uso, 316
 Cociente corona-raíz, importancia, 679
 Cociente/posición corona-raíz, establecimiento, 624
 Colágeno
 enlaces cruzados, 79-81
 fuerza, aplicación, 280f
 maduración
 desarrollo de enlaces cruzados (interferencias), 78
 variaciones localizadas, 78
 Colgajo (reflejo), corticotomía modificada (uso), 294f
 Complejo
 craneofacial
 puntos/tipos de crecimiento, 36-40
 tejidos, interacción, 32
 dentofacial
 cambios de dimensiones, 96-99
 patrones de crecimiento, 96-103
 nasomaxilar
 crecimiento, 44
 adolescencia, 96-97
 desplazamiento pasivo, 96
 estructuras del maxilar superior/nariz, crecimiento activo, 96
 Componentes
 dentales, componentes faciales (relación), 185f
 estabilizadores, uso, 500
 faciales, componentes dentales (relación), 185f
 pasivos, uso, 500
 Comportamiento
 adquisición, 55
 condicionado, extinción, 52
 desarrollo, 50-64
 aprendizaje, relación, 51-56
 consultorio de odontología, 52
 etapas, construcción, 51
 ejecución, 55-56
 modificación, condicionamiento operante (uso), 54-55
 Composite
 reconstrucciones, solución, 638f
 Condicionamiento
 clásico, 51-53
 condicionamiento operante, contraste, 53f
 impacto, 51f
 perspectiva, 53
 operante, 51, 53-55
 castigo, 54
 condicionamiento clásico, contraste, 53f
 principio, 53
 teoría, 53
 tipos, 53, 53f
 uso, 54-55
 Condiciones
 culturales, necesidad/demanda (perfección), 15-16
 sociales, necesidad/demanda (percepción), 15-16
 Condilectomía, uso, 268
 Cóndilo
 fuerza extraoral, aplicación, 307f
 reabsorción/regeneración, 47f
 mandibular
 borde posterior, medición de la longitud de la unidad maxilar, 193
 cuello, fragilidad, 45
 fractura, consecuencias, 45-46
 izquierdo, fractura, consecuencias, 155f
 degeneración artrítica (proyecciones radiográficas), 643f
 osificación endocondral, incidencia, 35
 Condrocráneo
 desarrollo, 34f
 etapa precoz, representación esquemática, 44f
 maduración, 34f
 Conector(es), 174-175
 longitud, resultados, 602f
 trenzado, tope, 478f
 Confianza básica, desarrollo, 57
 Configuración de dos pares, arco de utilidad (uso), 339f
 Consentimiento informado, obtención, 258-259
 Consideraciones
 faciales, 14
 psicosociales, 14
 Constricción
 bilateral del maxilar superior, 404f
 contacto, 405f
 corrección, quad hélix (uso), 406f
 esquelética del maxilar superior, 476
 maxilar, tendencia, 143
 posterior unilateral del maxilar superior, 407f
 transversal del maxilar superior, tratamiento, 476-480
 unilateral verdadera del maxilar posterior, 407f
 superior (corrección), arco en W asimétrico (uso), 407f
 Consulta ortodóncica, 686f-688f
 Consultorio de odontología, manejo del comportamiento, 52
 Contacto(s)
 colocación, éxito, 602f
 en dos puntos, 324-327
 Contornos
 gingivales, 262f-263f
 remodelación, láser de tejidos blandos (aplicaciones), 250
 nasales, tratamiento, 227f
 Contracción muscular, exceso (consecuencias sobre el crecimiento), 124-126
 Contrapartidas, análisis, 194-196
 Control
 epigenético (control genético indirecto), 40-41
 genético
 expresión, 40-41
 indirecto (control epigenético), 40-41
 vertical, componentes, 499-500
 de la voz, castigo, 54
 Convexidad facial, aumento, 215
 Corona(s)
 altura, incremento, 112f
 molar inclinado, enderezamiento (consecuencias), 629f
 anclaje, método, 542
 anterior (creación), fuerzas de torsión (consecuencias), 578f
 aplicación, simultaneidad, 286
 clínicas, acortamiento, 362
 distal
 inclinación, 629
 movimiento, consecuencias, 628f
 esquinas, redondeado, 247f
 formación, 74
 fuerza, aplicación, 286f
 metálicas, uso, 502-503
 Corrección
 de la clase II
 extracción de premolares, 232
 facilitación, 482f
 fuerza extraoral, 229f
 maxilar, fuerza extraoral, 558f
 retención, 608-609, 610
 de maloclusión de clase II, 507, 596
 elásticos de clase II
 respuesta, 568f
 uso, 233f

- elásticos/planos guía, uso, 230
- patrones de movimiento dental, uso, 232
- relaciones esqueléticas, cambio, 493f
- tratamiento ortodóncico, aspecto facial, 706f
- Corredores bucales
 - anchura, 170f
 - maxilar superior, expansión transversal, 244f
 - espacio negativo, 170
- Cortes de osteotomía, localización, 689f
- Corticoesteroides, interferencias, 289
- Corticotomía
 - consecuencias, 290-296
 - modificada, 293
 - consecuencias, 294f
- Cráneo
 - anchura, estrechez, 48f
 - crecimiento, 46
 - diseccionado, examen, 86
 - ejemplo, 86f
 - escafocefalia, 48f
 - hidrocefalia, 48f
 - consecuencias, 46
 - huesos
 - muestra teñida con alizarina clara, 35f
 - planos, separación, 36
 - reconstrucción tridimensional, 26-27
- Craneometría, 26
- Crecimiento
 - aceleración, diferencia, 231f
 - ausencia, 66, 235
 - cambios oclusales, 607-611
 - centros, lugares (contraste), 41-44
 - de clase II
 - modificación, completado, 252
 - patrón, 204
 - control, 595
 - experimentos, 33
 - nivel, 41-44
 - teorías, 40-50
- craneofacial
 - comprensión, 20
 - factores determinantes
 - cartílago, uso, 44-46
 - teorías, 40
 - suturas, factor determinante, 43-44
 - tejidos periósticos, factores determinantes, 43-44
- cronología, 21-25
 - relación, 474-475
 - variabilidad, 25
- curvas de Scammon, 22f
- deficiencia, 709-714
 - hormonal, 69f
- desarrollo, relación, 20
- diagrama de altura/peso, 25f
- efectos, variación en el tiempo (consecuencias), 25
- esquelético, 33-36
 - proceso, incidencia, 67
- estimulación, definición, 230
- estudios, 21-22, 239
- evaluación, 202-203
- exceso, 709
- facial
 - adultos, 104-105
 - anteroposterior, 476
 - continuación, 104
- crecimiento facial
 - anteroposterior, 476
 - vertical, 476
- determinación, radiografías cefalométricas
 - seriadas (uso), 155
- predicción, 239
- vertical, 476
 - continuación, 518
- físico, 25
 - consideración, 50-51
 - datos de medición
 - adquisición, 26-27
 - análisis, 27-29
 - presentación gráfica, 27-29
 - déficit, producción, 57
 - estado, 151-152
 - estudio, métodos, 26-33
 - evaluación, 152-155
 - factores estacionales/culturales, 95
 - formación de proteínas, 68-70
 - métodos
 - experimentales, 29-31
 - de medición, 26-29
 - tinción vital, 29-30
 - transformaciones matemáticas, uso, 29
- gráficas de longitud/peso, 69f
- incidencia, 34f
- influencias genéticas, 31-33
- interrupción temporal, 68
- intersticial, 33
 - imposibilidad, 36
- mandibular, 66
 - aceleración, 96
 - alteración, tratamiento ortodóncico (uso), 4
 - aparatos funcionales, consecuencias, 556-557
 - aumento, 308-310
 - crecimiento corporal, correlación, 95
 - curvas, 93f
 - efecto, 230-231
 - exceso
 - prolongación, 110f
 - tratamiento, aparatos funcionales (uso), 484-486
 - factores determinantes, 46
 - fuerza extraoral, consecuencias, 556-557
 - impedimento, anquilosis de la ATM (consecuencias), 46
 - patrón, representación, 39
 - perspectiva, 39f
 - rasgos, 97
 - restricción, 307-308
 - mentonera
 - aparatos, uso, 488-489
 - consecuencias, 307-308
 - rotación, 99-103
 - tardío, 109
 - velocidad, 81
- del maxilar superior
 - aumento, 306-307
 - manipulación, 48-49
 - restricción, 305-306
- modificación, 304-310
 - aparatos funcionales, uso, 350-351
 - camuflaje, contraste, 226-237
 - cronología, principios, 474-476
 - exposición, superposición cefalométrica (uso), 230f
 - método, 522f-523f
 - principios, 304-305
 - superposición cefalométrica, 307f
- ortodóncico, predicción, 239
- patrón, 21-25
 - de cara alargada, 237
 - predictibilidad, 21-22
 - velocidades, variación, 21
- predicción, 239
 - dificultades, 239
- predicciones por ordenador,
 - inexactitud, 254f
- problema, 70f
- recidiva relacionada, superposición cefalométrica, 609f
- representación esquemática, 37f
- tendencia secular, 68
- teoría de la matriz funcional, 46-50
- término, uso, 20
- trastornos, 396-397
- variabilidad, 21-25
 - normal, 22
- velocidad
 - curvas, 25f
 - datos, representación, 30f
- vertical
 - continuación, 610
 - expectativas, 254
- Cresta neural
 - células
 - migraciones, 114, 117
 - orígenes/interacciones, 114
 - formación, 116f
 - migración, importancia, 116
- Cronología, diferencia, 475-476
- Crouzon, síndrome, 396-397
 - aspecto facial, 122f
 - incidencia, 122
- Crozat, aparatos, 348f
- popularidad, 348
- uso, 641
- Cuello de pavo, corrección, 707
- Cuerpo
 - crecimiento, crecimiento mandibular (correlación), 95
 - movimiento, 286f
 - proporciones, cambios
 - representación esquemática, 21f
 - seculares, 70
 - sistemas tisulares, crecimiento (curvas de Scammon), 22f
- Cuestionario/entrevista, 151-156
- Cuidados posquirúrgicos, 719
- Cultivo de órganos, huesos de feto de rata (autorradiografía), 32f
- Curva
 - de carga-desviación, cocientes (aplicación), 318
 - catenaria, 3f
 - de fuerza-desviación, 313f
 - alambres de A-NiTi, 533f
 - de tensión-deformación
 - elasticidad/formabilidad, definición, 314f
 - superelasticidad, demostración, 315f
 - de velocidad, 25f
 - menarquia, tiempos, 26f
- Curvatura del labio inferior, arco de sonrisa (relación), 171f

- Cúspide(s)
 bucales inferiores, inclinación lingual, 406f
 linguales posteriores de la arcada superior, oclusión, 406f
 mesiobucal, prominencia, 372
- D**
- Dachshund, acondroplasia, 132
 Damon Q, bracket, 376f
 DAT alveolares, miniplacas (comparación), 388
 Datos
 antropométricos, expresión transversal, 27
 cefalométricos
 análisis, principio, 188
 expresión transversal, 27
 longitudinales, producción, 26
 Debilidad muscular, síndrome, cara inferior (elongación), 126f
 Dedo, aplicación de vendaje adhesivo, 415f
 Defecto físico, consecuencias, 11
 Deficiencia(s)
 anteroposterior del maxilar superior, 480-484
 importancia, 686f-688f
 asimétrica, causas, 268
 de espacio
 gravedad, documentación, 467f
 uso, 438-440
 variación, 400-402
 horizontal-vertical del maxilar superior, 235-236
 mandibular, 473f-474f
 apnea del sueño, relación, 157
 asimétrica, 268
 fractura condilar, repercusiones, 124
 cara corta, aspecto, 710f-713f
 dientes posteriores, erupción, 493-494
 esquelética, artritis reumatoide juvenil (consecuencias), 266
 gravedad, 703
 importancia, 696f-697f
 mordida profunda anterior, combinación, 719f
 pacientes
 altura facial inferior, exceso, 518f
 aparato de tipo bionator/activador, uso, 498-499
 problema, método de modificación del crecimiento, 522f-523f
 tratamiento, 494
 eficacia del casquete, 497f
 maxilar
 avance del maxilar superior, 707f
 deficiencia
 anteroposterior del maxilar superior, 480-484
 horizontal-vertical del maxilar superior, 235-236
 vertical del maxilar superior, 480-484
 diagnóstico, 226
 gravedad, 703
 tratamiento de clase III, 397
 transversal del maxilar superior, 226-229
 vertical del maxilar superior, 480-484
 importancia, 686f-688f
- Deflexión
 mediciones, 313f
 momento de flexión, contraste, 315f
- Deformación plástica, trabajo en frío, 314f
- Deformidad(es)
 congénitas, 202
 dentofacial
 consecuencias, 641f
 procesos tecnológicos, 40
 esqueléticas (detalles), TC (uso), 28f
 facial, patrón de cara alargada, 133
 nasal, corrección, 243f
 en rollo, 168
- Degeneración artrítica, repercusiones, 266
- Deglución
 fuerza oclusal, comparación, 137f
 infantil
 niños con lesiones cerebrales, 140
 secuencia, 71
 problemas, 11
- Delaire, máscara facial de tipo, 236f
 estabilidad, 482f
- Dentadura parcial
 mantenedores de espacio, 432
 de quita y pon, uso, 432f
- Dentición
 alabeo hacia abajo, 209f
 casquete, anclaje, 509
 estructura de soporte, consideración, 134
 inferior
 avance, 568-569
 superposición, 207f
 línea estética, 206
 cabecero/alabeo (balanceo)/guiñada (viraje), 206
- mixta
 análisis del espacio, 429
 años, infancia tardía, 73-91
 aparato(s)
 de Herbst, éxito, 494f
 de quita y pon, uso, 441f
 superiores limitados, uso, 441f
 corrección de la mordida cruzada posterior, 408f
 diastemas, investigación, 444f
 expansor adherido, colocación, 538-540
 mantenedor de espacio de banda y bucle, uso, 431f
 mordidas cruzadas anteriores, opciones, 412f
 opciones para mantener el espacio, 435f
 precoz
 apiñamiento (tratamiento), expansión (uso), 460-462
 expansión palatina, 466-477
 tratamiento, 274
 primaria, expansión palatina, 476-477
 relaciones oclusales, 90
 tardía
 apiñamiento, expansión (uso), 462-463
 distalización molar asistida por DAT, 466f
 expansión
 palatina, 477-480
 de la sutura, fuerza necesaria, 477
 velocidad de expansión, elección, 477-479
 tratamiento, 466f
 aparato fijo parcial, uso, 395
 expansión, extracción (contraste), 459-460
 limitado, 396f
 tentativas, 398f
 retención, necesidad, 395
- natural, oclusión normal (definición), 3
 permanente
 desarrollo dental, cronología, 82t
 precoz
 años (adolescencia), 92-96
 casquete, uso, 557
 tratamiento, 274
 tratamiento, 475
 primaria
 corrección de la mordida cruzada posterior, 408f
 desarrollo dental, cronología, 67t
 mordida cruzada anterior, opciones, 412f
 opciones de mantenimiento del espacio, 435f
 relación, 90f
 separación, 72-73
 tardía, tratamiento, 274
 tratamiento precoz, 475
 rotación, 210
 transversal arriba-abajo, 168
 superior
 guiñada, 210f
 movimiento distal verdadero (mejora), anclaje esquelético (uso), 234
- Deriva
 bucal, 74
 labial, 74
- Desarrollo
 cognitivo, 51, 60-64
 etapas, 56-64
 períodos, división, 60f
 craneofacial
 cambios óseos, estudios de tinción vital, 29-30
 embrionario, etapas, 115t
 etapas, 114
 crecimiento, relación, 20
 cronología, variabilidad, 25
 dental
 alteraciones, 128-130
 asimétrico, 399
 fase del patito feo, 442f
 secuencia anormal, tratamiento, 399-400
 dentofacial, teratógenos (consecuencias), 115t
 embrionario, alteraciones, 114-122
 emocional, 56-60
 etapas, 56-64
 secuencia, 57f
 esquelético, 34f
 estudios, 21-22
 fetal tardío, 66-67
 físico, 25
 intensidad, 59
 intrauterino, 33
 psicosocial, 56
 sexual
 chicos, etapas, 94
 señales endocrinas, representación esquemática, 93f
 social, 50-64
 término, uso, 20
 variabilidad, 22
 vertebral, etapa (uso), 155
 vertical
 control, tratamiento con aparatos funcionales (respuesta), 521f
 incremento, 515f

- Descementado, 366-368
 brackets cerámicos, consecuencias, 368
 fallo de la adhesión, incidencia, 594f
- Desbandado, 366-368
- Deshidroepiandrosterona (DHEA), 95-96
- Deslizamiento, resistencia, 328-332
 brackets cerámicos, 371-372
 fijación
 consecuencias, 331f
 elástica/inelástica, consecuencias, 330-331
 magnitud, 331-332
- Desplazamiento(s)
 distal, concepto, 557
 incisivos, 637
 labiolinguales, resolución, 464
- Desproporciones faciales, corrección, 241
- Desviación(es)
 de la línea media dental, 210
 mandibular
 interferencias de los caninos, 404f
 supresión, equilibrado (uso), 403-404
 verticales, sobremordida, 8
- Dewey, Martin, 204
- Diabetes incontrolada, pérdida ósea, 266f
- Diáfisis, 33-35
- Diagnóstico
 enfoque/método orientado al problema, 150, 258
 ortodóncico, 220
 terapéutico, 240
- Diastema (separación entre los dientes), 6f, 89
 central superior (mantenimiento), retenedor
 lingual adherido (uso), 617f
 cierre (separación entre dientes), 451-452, 545
 aparato fijo, uso, 452f
 dientes anteriores, alineación, 636-637
 mantenimiento, retenedor fijo (uso), 453f
 necesidad, 452f
- desarrollo, 456f
- infantil, corrección espontánea, 6f
- de la línea media
 presencia, 7
 superior, 6f, 442-443
 complicación, 545
 recidiva, 545
 tratamiento, 547f
- mantenimiento, 615-616
- Diente(s)
 adyacentes, espacio (diastema), 6f
 alineación
 imanes, adhesión, 324f
 ligadura de alambre en 8, uso, 547f
 precoz, 331
 preocupación del paciente, 152
- de anclaje
 desplazamiento, limitación, 297f
 presión del LPD, 297f
 respuesta, 297f
- anquilosados, movimiento, 291f
- anteriores
 alineación, 636-637
 control, retenedor de tipo clip de quita y
 pon (uso), 613f
- aparato(s)
 de 2 × 6, 397f
 consecuencias, 234f
- de la arcada
 inferior
 cementado del alambre, 616f
 inclinación lingual, 462f
- superior
 brackets gemelos cerámicos, 370f
 carillas laminadas, aspecto, 248f
 cierre de espacios, aspecto, 248f
 irregularidad, 411f
 protrusión, retracción, 565
- cementados, 395
- discrepancias de tamaño, análisis, 183-184
- erupción
 aparatos funcionales, impacto, 492-493
 control, topes incisales/oclusales (uso),
 499f
 retraso, 424f
 inclinación, demostración radiológica, 426f
 prominentes, traumatismos, 473f-474f
 protrusión, 441f
- ápices abiertos, ausencia, 450f
- apiñamiento/malalineación, 8-9
- asentamiento, 591-593
 elásticos ligados, uso, 592f
 métodos, 592
- aspecto
 mejora, 656f
 realce, 245-250
- ausencia, 652-660
 congénita, 128
- ausentes, reposición, 657f-658f
- cambios con la edad, 111-113
- caries, susceptibilidad, 11
- color, 175
 corrección, 248f
- contorno, corrección, 248f
- corona, fuerza (aplicación), 286f
- delanteros, traumatismo, 473f-474f
- desarrollo, cronología, 67t
- dentición permanente, 82t
- desgaste, 81
- desplazamiento(s), 440-443
 mordida cruzada anterior, consecuencias,
 537
 traumático, 129-130, 448-450
 vertical, 449
- dispositivos de regulación, 2
- emergencia, 83
- endodonzados, reabsorción radicular
 (consecuencias), 266
- erupción
 ausencia, precaución, 395
 cuantía, 80f
 hueso alveolar, relación, 304
 ligamento periodontal (LPD), función, 280
 obstáculos, supresión, 541
 rotación mandibular, interacción, 102-103
- sin erupcionar
 alineación, 540-545
 métodos mecánicos, 542-544
 exposición quirúrgica, 540-541
 movimiento, tracción ortodóncica (uso),
 542
 precaución, 395
- estabilización, ligamento periodontal
 (función), 280
- estimación, tablas de proporcionalidad (uso),
 428-429
- estructura(s)
 orales, salud, 176
 pérdida (problemas), 652
- exposición
 incremento, 112-113
- insuficiente, 241
 mejora, encía (remodelación), 597
- extracción, 694-695
- extrusión, 663f
- fóliculo, deriva labial/bucal, 74
- fuerza(s)
 aplicación, 278, 482
 concentración, 287f
 magnitud/duración, 135t
 sostenida, consecuencias, 285
- hueso
 bionator, 490f
 pérdida, 266f
 relaciones, límite de expansión, 222
- impactados, 199
 alineación, 540-545
 exposición quirúrgica, 199
 extracción, 458-459
- inclinación
 decisión, 509-511
 procesos de enderezamiento, 628
- inferiores
 desplazamiento posterior, 484
 vía de erupción, 103
- intrusión, 287f, 677-681
- labios
 relación vertical, 208f
 relaciones, 167-172
- línea de Angle, relación, 207f
- malformados, 128-129
- manchas de tetraciclina, 32f
- medición, radiografías (uso), 428
- mejilla, relación vertical, 208f
- monorradicular, centro de resistencia, 627f
- movimiento, 76-78, 449-450
 aceleración, 290-296
 alineador, uso, 353-355
 aparatos de quita y pon, resortes
 (inclusión), 353
 en bloque, decisión, 509-511
 células clásticas, ataque, 301f
 control biológico, 281-282
 dirección, 283f
 efectos secundarios, 306
 eficiencia, 285
 duración, contraste (diagrama teórico),
 287f
 erupción forzada, consecuencias, 634f
 evolución en el tiempo, representación
 esquemática, 286f
- fuerza, 325-326
 relación, 296
 umbral de duración, 306
- momentos, 325-326
- movimiento dental asistido por
 corticotomía, resultados del
 tratamiento, 293
- pares, 325-326
- subdivisión, consecuencias, 333-334
- tipos, 286-287
- natales, presencia, 72
- número, reducción, 10f
- oclusión, preocupación del paciente, 152
- pérdida ósea, 651f
- permanentes
 altura de la corona, aumento, 112f
 anquilosados, fallo en la erupción, 400
 ausencia, 400
 cavidad pulpar, tamaño (disminución), 111f

- Diente(s) (*cont.*)
- erupción, 74-81
 - ausencia, 428-429
 - fase, 81-83
 - caracterización, 82f
 - objetivo, 274
 - posición, anomalía, 417f
 - radiografía panorámica, 76f
 - retención, necesidad, 395
 - tamaño de la cavidad pulpar, 111
 - sin erupcionar
 - estimación, tablas de proporcionalidad (uso), 428-429
 - medición, radiografías (uso), 428
 - tamaño, estimación, 428-429
 - intrusión, tracción (consecuencias), 450f
 - múltiples raíces (radiografía panorámica), 448f
 - posteriores, erupción (fallo primario), 448f
 - separación generalizada, 451-452
 - sucedáneos, erupción, 83
 - posición
 - ajuste, 583-589
 - altura del hueso alveolar, relación, 304
 - cambios medios, 562f-563f
 - vertical
 - control, 610f
 - descripción, alabeo (uso), 209f
 - posicionador, uso, 592, 594
 - posicionamiento, anclaje (uso), 667
 - posteriores
 - de la arcada inferior
 - ausencia, reposición, 672f
 - erupción (limitación), 503
 - nivel vertical, radiografía cefalométrica, 665f-666f
 - de la arcada superior
 - erupción (limitación), 503
 - excesiva, 255f
 - inhibición, 515-516
 - intrusión, 679
 - eficacia, 680f
 - férula oclusal, 682f
 - enderezamiento, 627-631
 - erupción
 - aparatos funcionales, consecuencias, 492-493
 - control, 611f
 - topes incisales/oclusales, uso, 499f
 - extrusión, radiografía cefalométrica, 645f
 - inclinación, demostración radiológica, 426f
 - intrusión, 679
 - grado, 679
 - métodos de separación, 363
 - movimiento transversal, 342
 - primarios (rebajado), mantenimiento del espacio (uso), 439f
 - superficies oclusales, adhesión con cemento (uso), 410
 - presión
 - aplicación, 299-300
 - intensa, respuesta fisiológica, 280t
 - respuesta fisiológica, 280t
 - sostenida, respuesta fisiológica, 284t
 - primarios
 - anquilosados
 - extracción, discrepancias verticales, 427f
 - preadolescentes, 426
 - sucesores permanentes, 426
 - erupción, 72-73
 - cronología/secuencia, 72
 - escala de desarrollo, 68f
 - extracción selectiva, 457f
 - extracción/exfoliación, arco lingual (combinación), 439f
 - pérdida precoz, 429
 - ausencia, 439-440
 - reabsorción, 76-78
 - sobrerretención, 417
 - superficies múltiples, rebajado (uso), 438f
 - proporciones, 172
 - cambios, 245
 - mejora, encía (remodelación), 597
 - protrusión, queja, 600f
 - puntos de contacto, rebajado, 637
 - raíces, acortamiento, 302
 - recolocación unilateral, 407-408
 - registros fósiles, 9-10
 - relación(es)
 - de altura-anchura, 172-174
 - de anchura, 172
 - vista frontal, 173f
 - vertical dientes-labios, 241-242
 - remodelación, 597-599
 - respiración, consecuencias, 142
 - retención a tiempo completo, necesidad, 607
 - retracción, 292
 - salud, 176
 - separación, 134f
 - sobretretamiento, 596
 - sucedáneos, erupción
 - ausencia, 77f
 - caracterización, 85f
 - superficie
 - contaminación, 423f
 - preparación, 365
 - vestibular, variación, 362
 - superiores
 - avance, 484
 - exposición, insuficiencia, 244f
 - férula, uso, 483f
 - fuerza extraoral, 306f
 - radiación, 306f
 - movimiento distal, 232-235
 - protrusión, 185f
 - puntos de contacto, progresión gingival, 174f
 - vía de erupción, 102
 - supernumerarios, 128-129, 424
 - aislados, malformación, 400
 - alteración, 424
 - localización, 129f, 400, 424
 - múltiples
 - consecuencias, 424f
 - localización, 424
 - preadolescentes, 400
 - radiografía panorámica, 424f
 - resultado, 129
 - susceptibilidad a traumatismos, 475f
 - tamaño, 88f
 - análisis, 182-184
 - de Bolton, 183f
 - de modelos, 181-184
 - discrepancias, 182-183, 585
 - creación, 586f
 - disminución, 9f
 - problemas, 585
 - relaciones, 183t
 - tono, 175
 - traslación, 286f
 - traumatizados, radiografías múltiples colocadas verticalmente, 449f
 - utilidad como anclaje, 296
 - visibilidad, 66-67
 - vitalidad, pérdida, 300
 - Dieta, atrición (ausencia), 108
 - Dilaceración, 76-78, 129
 - Dimensiones
 - faciales, lista de comprobación para la evaluación, 164c
 - verticales anteriores, análisis cefalométrico, 215f
 - Disco(s)
 - mandibular, desplazamiento, 642
 - tomografía computarizada (TC), 644f
 - uso, 438f
 - Discrepancia
 - de contornos, 690
 - esqueléticas
 - aumento, 196f
 - distinción, 194
 - oclusales, 402-403
 - corrección, 619
 - vestibulolinguales, 438
 - Discriminación, 52-53
 - Diseño
 - asistido por ordenador/fabricación asistida por ordenador (CAD/CAM)
 - brackets, fabricación, 377
 - uso, 375
 - de tubos, alambre recto, 372-374
 - Disfunción
 - muscular, 124-126
 - temporomandibular (DTM), 4
 - factores de riesgo, 232
 - indicaciones del tratamiento, 642-644
 - maloclusión/función de adaptación, relación, 11-12
 - problemas, tipos, 642
 - síntomas, 642f
 - causa, 642
 - desarrollo, 644
 - extensión, 643
 - tratamiento ortodóncico, 624, 642-644
 - Disostosis mandibulofacial (síndrome de Treacher Collins), 117f
 - Displasia
 - cleidocraneal, radiografía panorámica, 77f
 - ectodérmica, 128
 - aspecto, 128f
 - frontonasal, cilios primarios (truncados), 31-32
 - Dispositivos de anclaje temporal (DAT), 382-388
 - anclaje esquelético, 395
 - aparatos de distalización molar soportados por DAT, uso, 463
 - función de DAT intraorales, 383
 - soporte de distalización molar, 466f
 - uso, 453-454
 - utilidad, 455-457
 - Distalización
 - mandibular, 619
 - maxilar, 669
 - molar
 - bilateral, recuperación de espacio, 438
 - unilateral, indicación, 564
 - Distalización-expansión, aparato (Pendex), 234f

- Dobleces
 en aguilón
 delineación del grado, 574
 uso, 573f
 asimétricos, 338-339
 entre brackets, uso, 340-341
 de colocación artística, 372-373
 convergentes
 bilaterales, creación de un par, 344f
 unilaterales, rotación, 344f
 en escalón, 340
 consecuencias, 341t
 fuerza intrusiva, 341f
in-out (dobles de primer orden), 361-362
 compensaciones, 372
 de inclinación
 dobles de segundo orden, 362
 compensaciones, 372-373
 efecto, 374f
 posterior, reducción, 562f
 de primer orden (dobles *in-out*), 361-362
 compensaciones, 372
 uso, 372f
 de segundo orden (dobles de inclinación), 362
 compensaciones, 372-373
 efecto, 374f
 uso, 372f
 simétricos, 338-339
 de tercer orden (dobles de torsión), 362
 compensación, 373-374
 uso, 372f
 de torsión (dobles de tercer orden), 362
 compensación, 373-374
 en V
 asimétricos, 339
 fuerza de intrusión, 342f
 momento, creación, 340f
 consecuencias, 341t
 posición, 584
 simétrico, 338-339
 colocación, 340f
 vestibulolinguales, 361-362
 Dolor mioaponeurótico, desarrollo, 642
 Dolphin Imaging, 188f
 Duchenne, sonrisa, 168
- E
- Ecografía, 295
- Edad(es)
 cronológicas, etapas del desarrollo
 (asociación), 56
 dental
 caracterización, 83-84
 erupciones, 84f
 erupción, secuencia/cronología, 81-86
 indicador, 83
 del desarrollo
 bases, 74
 correlación, 74
 evaluación, 73-74, 159
 esqueléticas, valoración, 73-74
 vértebras cervicales, base, 74
 medición cronológica, 25
 vertebrales, cálculo, 75f
- Efectos
 dentales, tratamiento precoz, 497
 esqueléticos del maxilar superior, tratamiento
 precoz, 497
- Eficacia clínica, evidencia, 13b
- Egocentrismo, 61
- Ejemplos
 faciales, 265f
 registros diagnósticos ortodóncicos, 181
 intraorales, función, 176
- Elasticidad, mejora, 323f
- Elástico(s)
 de caja anterior, elásticos verticales
 (combicación), 591f
 de clase II
 efecto(s), 492
 anteroposteriores y transversales, 569
 colaterales, 395
 fuerza vertical, 569
 plano oclusal, rotación, 569f
 relaciones oclusales, producción, 569
 respuesta, superposición cefalométrica,
 568f
 técnica de Begg, 567
 tratamiento sin extracciones, uso, 232
 uso, 233f, 560
 clase de III
 efectos colaterales, 395
 impacto en la extrusión, 591f
 plano oclusal, rotación, 569f
 tratamiento, 487f
 uso, 238f, 486f, 489
- cruzados
 eficacia, 541f
 uso, 540
 dirección inferior/anterior, 482f
- intermaxilares
 retirada, 593
 uso, 568-569, 576
 tratamiento de acabado, 592-593
- ligados, uso, 592f
- ortodóncicos, desgaste, 64f
- paralelos, disposición, 585f
- a través de la mordida
 producción de fuerza horizontal/vertical,
 633f
 uso, 631-632
- uso, 230
- verticales
 efectos secundarios, 395
 elásticos de caja anterior, combinación,
 591f
 posteriores ligados, uso, 592
- Electricidad biológica, 281-282
- Electrones, migración, 281
- Elementos vasculares sanguíneos, invasión, 33
- Elgiloy, ventajas, 314
- Embandado
 cementación, 364
 desembandado, 366-368
 indicaciones, 362-363
 pasos, 363-364
 separación, 363
 métodos, 363
- Embriones
 cortes laterales esquemáticos, 116f
 prematuros, aumento de peso (datos), 30f
 de ratón, micrografías electrónicas de barrido,
 118f
 cierre palatino, etapas, 120f-121f
 plano frontal, 120f
- Encía
 adherida mínima, 157f
- altura/contorno, 174
 contorno, aspecto, 174f
 exposición, grado, 168-170
 forma, 174
 curvatura, 174
 inserción, 650f
 interproximal, incisiones, 293
 mejora, desgaste del posicionador
 (consecuencias), 596f
 recesión, 225f
 remodelación, 597
 superior, exposición, 169f
 excesiva, 241-242
 causa, 164f
- Enderezamiento, 334
 resalte auxiliar, uso, 631f
 resortes, colocación, 583f, 587f
- Enfermedad
 crónica, 68
 impacto, 68
 periodontal
 control, 627
 mejoría, 653f-655f
 discontinuidad, 646
 moderada, 650-651
 pérdida de dientes, 658-659
 prevalencia, 644
 susceptibilidad, 11
 tratamiento ortodóncico general,
 646f-649f
- Enfoque orientado al problema, 150
 diagnóstico/plan de tratamiento, 150
- Enlow, análisis de contrapartida, énfasis, 196f
- Entorno social, cambio (efectos), 70f
- Entrevista, 151-156
 datos, ejemplo, 217c
 ortodóncica
 inicial, investigación, 156f
 preguntas, 151f
 preguntas, 151f
- Enucleación, 464
- Epífisis, 33-35
 supresión, 44f
- Equilibrio
 consideraciones, 133-135
 influencias, 135t
 oclusal juvenil, 78-79
- Equipo radiológico, dosis/riesgos, 177t
- Erikson, Erik, 56
 autonomía, desarrollo, 57-58
 confianza básica, desarrollo, 57
 etapas del desarrollo emocional, 57f
 habilidades, dominio, 58-59
 identidad personal, desarrollo, 59-60
 iniciativa, desarrollo, 58
 intimidad, desarrollo, 60
- Erupción
 cronología, 81-86
 cuantía, necesidad, 81
 ectópica de los dientes, 199
 exposición quirúrgica, 199
 ectópica, 417-423
 caninos superiores, 422-423
 incisivos laterales, 417
 inferiores, 447f
 molares permanentes, 421f
 primeros molares superiores, 418
 fallo primario, 76, 447
 caracterización, 448f

- Erupción (*cont.*)
 forzada, 632
 consecuencias, 634f
 normal, radiografía panorámica, 76f
 postemergente, 78-81
 posterior
 control, 522f
 trazado cefalométrico, 139f
 preemergente, 74-78
 procesos, necesidad, 74
 problemas, 446-448
 preadolescentes, 400
 tratamiento, 417-426
 radiografía panorámica, 76f
 secuencia, 81-86
 cambio, 84-85
 variaciones, 85
 tardía de los incisivos, 424-426
 dientes, posición, 425-426
 morfología, consideración, 425
 velocidad, velocidad de crecimiento
 mandibular (paralelismo), 81
 vía, limpieza, 448f
- Escalón
 distal, 90
 mesial, 90
- Escáner intraoral, uso, 381f
- Escisión papilar, método, 597f
- Escudo(s)
 bucales
 adicción, 500
 de plástico, almohadillas labiales
 (incorporación), 500
 uso, 501f
 lingual, uso, 500f
- Esmalte
 daños, descementado de brackets metálicos
 (consecuencias), 593
 descalcificación
 control, 368-369
 prevalencia, 368-369
 prevención, 368-369
 interproximal
 reducción (RIP), uso, 356-357
 supresión, 618
 consecuencias, 618f
 lesiones, tipos, 368-369
 superficie, preparación para la adhesión
 (representación esquemática), 365f
- Espacio
 adaptación fisiológica, 440-441
 adicción, expansión transversal del maxilar
 superior (uso), 537-538
 análisis, 182, 427-429
 ejecución, algoritmo informático (uso), 431f
 formulario, 430f
 de modelos, 181-184
 necesidad, 417
 operación manual, 427-428
 principios, 427-428
 resultados, 400
 consolidación, 557
 creación, 440
 de deriva, 89
 discrepancias, mínimo, 438
 disponibilidad, 427
 comparación, 427f
 medición, 428f
 estabilidad, 428
- distribución, 441f
 exceso, 451-458
 de extracción
 cierre, 570-581
 mantenimiento, 616
 presencia, 225t
 uso, 567-568
 ganancia, expansión transversa (uso), 462
 idoneidad, 409f, 429-433
 mandibular
 recuperación, 436-438
 unilateral, recuperación, 436
 manejo, 438-440
 mantenedores, 429-433
 arcos linguales superiores, 433
 retenedores fijos, uso, 617f
 mantenimiento, 429-433
 dientes posteriores primarios, rebajado
 (combinación), 439f
 necesidad, 427
 negativo, 170
 planos
 anteroposteriores, 207f
 evaluación, 212-213
 diferencias, 475-476
 transversos, 207f
 evaluación, 211-212
 verticales, 207f
 evaluación, 213-214
 pónticos, mantenimiento, 616
 problemas relacionados, 450-458
 recuperación, aparato fijo (uso), 436f
 redistribución, 636-637
 relaciones, 453
 representación gráfica, 87f
 separación vertical, 452
 unilateral
 apertura, 458-459
 cierre, facilitación, 453-454
 recuperación, 435
- Especialista, sesgo natural, 150
- Esqueleto
 cartilaginoso, desarrollo, proceso, 33
 craneofacial, factor determinante del
 crecimiento, 46
- facial
 asimétrico, modelo estereolitográfico
 dimensionado, 200-202
 estudios anatómicos, 38
 labios, crecimiento, 41f
 suturas, 305f
 material extracelular (mineralización), 33
- Esquemas anatómicos, componentes
 estructurales faciales
 (superposición), 184f
- Esquimales, morfología craneofacial
 (características), 135
- Estabilidad
 consideraciones, 224
 influencias, 709
 posquirúrgica
 jerarquía, 708-709
 tabla, 708f
 predictibilidad, 708-709
 resultados clínicos, 708-709
- Estabilización
 activa, 606-607
 uso, 718-719
- Estado nutricional, 68
- Estándares norteamericanos de ordenación
 cefalométrica, representación esquemática,
 184f
- Estética
 aceptabilidad, máxima/mínima, 172c
 aparatos, uso, 661-667
 consideraciones, 222
 efectos, 241
 evaluación, 211
 facial
 mejora, retracción de los incisivos
 (consecuencias), 223f
 proporciones faciales (contraste), 159
 limitaciones biomecánicas, 626
 línea, cabeceo/alabeo (balanceo)/guiñada
 (viraje), 206
 mejora, máxima (plan de tratamiento),
 240-250
 mejorada, dientes (remodelación), 597-599
 variables, 172c
- Estimulación, actividad osteoclástica, 283-285
- Estímulo
 condicionado
 estímulo no condicionado, asociación, 52
 refuerzo, 52f
 generalización, opuesto, 52-53
 no condicionado
 dolor, asociación, 52
 estímulo condicionado, asociación, 52
 neutro, condicionamiento clásico
 (consecuencias), 51f
- Estirón
 postemergente, 78-79
 puberal, cese, 81
- Estrato germinal, formación, 114
- Estrógenos, producción, células de Leydig
 (consecuencias), 94
- Estructura
 cognitivas, 60
 cristalina
 distorsión, 281
 fuerza, aplicación, 280f
 del maxilar superior, crecimiento activo, 96
 nasales, desplazamiento pasivo, 97
 orales, salud, 176
 periodontales, representación esquemática, 279f
 de soporte, cambios con la edad, 111-113
- Estudios
 aleatorizados, prevención, 13
 de imagen tridimensionales, 26-27
- Etapas del desarrollo, edades cronológicas
 (asociación), 56
- Evaluación
 clínica, 156-181
 consideraciones microestéticas, 598
 salud oral, 156
 conductual, 155-156
 diagnóstica, etapas (necesidades de
 información), 150-151
 periodontal, 156
 social, 155-156
- Examen
 clínico
 clasificación de Angle, 205f
 datos, ejemplo, 218b
 dimensiones faciales, listado de evaluación,
 164c
 foco, aumento, 4
 frontal, 159-162

- Exceso mandibular, 236-237, 484-490
- Expansión
- activa, 501
 - aparato, activación lenta, 478-479
 - de arcadas
 - placas activas, uso, 353
 - repercusiones, 224
 - tratamiento, 170f
 - arco lingual transpalatino, uso, 540
 - bilateral, creación, 344f
 - dental
 - de la arcada superior, 460
 - elásticos cruzados, uso, 540
 - uso, 243-245
 - esquelética, 460
 - extracción, contraste, 459-460
 - lenta, ejecución, 477-479
 - del maxilar superior, 477f
 - osteotomías parasagitales, uso, 699
 - palatina, 227f
 - armazón rígido, necesidad, 538f
 - dispositivos, manejo clínico, 479-480
 - lenta, 228-229
 - métodos, 476
 - ortopédica, 699
 - rápida (EPR), 228
 - asistida quirúrgicamente (EPRAQ), 699
 - dimensiones dentales/esqueléticas, cambios, 702f
 - indicación, 699-701
 - uso, 702f
 - ventajas, 709
 - interpretación errónea, 228
 - uso, 479
 - velocidad, consecuencias, 228
 - retenedor acrílico, uso, 479f
 - precoz, cuestión, 479
 - rápida
 - cuestión, 479
 - ejecución, 477-478
 - elección, 477-479
 - grupo, 478-479
 - del maxilar superior, desarrollo de espacio para los incisivos centrales, 479f
 - del segmento bucal inferior, movimiento vestibular (uso), 460
 - soportada por implantes, 229
 - técnicas, 538
 - tornillos
 - dimensiones sagitales/transversales, 502f
 - incorporación, 502f
 - transversal del maxilar superior, sutura mesopalatina (apertura), 537-540
 - velocidad, elección, 477-479
- Expansor(es)
- cementado
 - colocación, 538-540
 - ventajas, 539f
 - embandado, expansor cementado (contraste), 539f
 - maxilares, configuraciones, 480f
 - muelle (uso), 478f
 - palatino
 - cementado, uso, 480
 - embandado, anclaje, 478f
- Exploraciones faciales, TC axial (aplicación), 27
- Exposición de los incisivos, 169f
- aumento, 244f
 - en función de la edad, 106f
 - grado, 168-170
- Extinción
- del comportamiento condicionado, 52
 - refuerzos (contraste), 55
- Extracción
- directrices, 224-226
 - expansión, contraste, 459-460
 - hueco, cierre, 328
 - patrón, 695
 - precoz (extracción seriada), 463-470
 - complicación, 468f
 - método, alternativa, 469f
 - tratamiento
 - con aparatos fijos, ausencia, 470f
 - comienzo, 464
 - seriada (extracción precoz), 463-470
 - complicaciones, 468f
 - método, alternativa, 469f
 - término, 463
 - tratamiento
 - con aparatos fijos, ausencia, 470f
 - comienzo, 464
 - uso, 467f
 - tratamiento, superposición cefalométrica, 566f-567f
- Extremidades, huesos largos (osificación), 33-35
- Extrusión, 287, 632-635
- arcos, 337
 - intrusión relativa, uso, 545-549
 - métodos, 635
 - plan del tratamiento, 632-635
 - técnica ortodóncica, 635
- F**
- Fábula personal, funciones (utilidad), 63
- Facies adenoidea
- aspecto, 141
 - caracterización, 142f
- Factores liberadores, 92
- Fallo primario de la erupción (FPE), 76
- identificación, 32-33
- Férula(s)
- en A, 617f
 - cementadas, aparatos fijos de tornillos de expansión (anclaje), 477
 - funciones del paciente, 720f
 - superior
 - casquete de tracción alta, 520
 - de plástico, conexión, 520f
 - de quita y pon, uso, 483f
 - uso, 483f, 709
- Fibras
- elásticas supracrestales, cirugía, 596
 - gingivales
 - elásticas, sección, 596-597
 - red, alteración, 607
 - respuesta, lentitud, 607
- Fibroblastos
- osteoblastos (comparación), 279
 - en proliferación, presencia, 50f
- Fibrosis quística, 267
- Fibrotomía supracrestal circunferencial (FSC), 596
- Fijación
- elástica, consecuencias, 330-331
 - esquelética, 661
 - fricción, contraste, 328-332
 - inelástica, consecuencias, 330-331
 - intraoral rígida (RIF), uso, 699
 - resistencia al deslizamiento, 331f
- Flexión
- descripción, 318
 - momento, desviación (contraste), 315f
 - nomogramas, 319f
- Flujo sanguíneo
- cambios, 282f
 - reducción, 285f
- Flúor, adhesivos que liberan, disponibilidad, 369
- Fontanelas, 36f
- Forma
- de arco(s)
 - catenario, inclusión, 380f
 - elección, 378-381
 - fabricación, 378-382
 - principio, 379
 - facial, análisis, 167
- Formabilidad, definición, 314f
- Fosa(s)
- craneal anterior
 - cambios mandibulares, 489f
 - superficie, registro para miniplacas, 487f
 - temporomandibulares (TM), desplazamiento/remodelación, 484
- Fototerapia, uso, 293-295
- Fox, demostración del plano, 209f
- FR-III, aparato funcional, 480-482
- distensión del labio superior, 480f
 - respuesta, 481f
- Fractura condilar
- cóndilo, regeneración, 47f
 - diagnóstico, ausencia, 523
 - reducción del crecimiento, 46
 - unilateral, aspecto, 524f-527f
- Fráncfort, plano, 189
- orientación de cráneo seco, 189f
 - problemas, 189
 - uso, 194
- Frankel, aparato, 350-351
- almohadillas linguales, uso, 498-499, 498f
 - configuración, 501f
 - posición del modelo inferior, 353f
- Frankel II, aparato, avance activo, 491f
- Freud, Sigmund, 56
- Fricción
- factores, 329
 - fijación, contraste, 328-332
- Fuerza
- continuas
 - prevención, 289
 - reducción, 288
 - control, 321-323
 - creación, dobles entre brackets (uso), 340-341
 - decadencia
 - efectos, 287-289
 - representación esquemática, 288f
 - definición, 324
 - en dirección labial, 634f
 - distribución, efectos, 286-287
 - dobles, dobles en escalón/dobles en V (consecuencias), 341f
 - duración
 - clasificación, 287-288
 - efectos, 287-289
 - umbral, experiencia clínica, 287
 - efecto, decadencia, 288
 - eficiencia/duración, contraste (gráfico teórico), 287f

- Fuerza (*cont.*)
 elástica, fuente, 323-324
 extraoral
 aplicación, 236-237
 radiación, 306f
 casquete, 507-514
 uso, 556-557
 fuerza continua, producción, 288
 horizontales (producción), a través de la
 mordida/elásticos cruzados (uso), 633f
 intermitente, producción, 288
 interrumpida, producción, 288
 de intrusión (producción), dobleces en
 escalón (uso), 341f
 magnitud
 efectos, 283-285
 integración, 288
 mediciones, 313f
 de mordida, erupción, (relación), 136-137
 movimiento dental, relación, 296
 muy intensas, efecto diferenciado, 298
 ortodóncica
 control, 321-323
 duración, clasificación, 287-288
 efectos, 299-307
 esqueléticos, 304-310
 producción, 312-324
 respuesta, efectos de fármacos, 289-290
 umbral, implicaciones, 280
 prescripción, 306
 reducción, 340
 sistemas, definición, 336
 sostenida, respuesta
 de los dientes, 281
 ósea, 281-296
 tangencial, aplicación, 329
 de torsión, consecuencias, 587
 uso, 325-326
 verticales, producción, 341
 a través de la mordida/elásticos cruzados,
 uso, 633f
- Función
 masticatoria, 135-137
 dientes/estructuras periodontales, fuerzas,
 279
 normal, respuesta, 279-280
 periodontal/ósea, 278-280
 oclusal, 156-158
 oral, 11-12
 maduración, 70-72
 caracterización, 71
 maloclusión, consecuencias, 11
- G
- Gancho
 resorte, uso, 376f
 rígido, uso, 376f
- Garganta, forma evaluación, 166
- Gemelos monodigóticos, gemelos dicigóticos
 (comparación), 132
- Genética
 clásica (genética mendeliana), desarrollo, 145
 mendeliana (genética clásica), desarrollo, 145
- Geometría
 longitud/anclaje, 321
 tamaño/forma, 319-320
- Gjessing, resorte de retracción, uso, 577f
- Gonadotropinas hipofisarias, 92-93
 estimulación, 93
- Gorros acrílicos, uso, 499f
- Gradiente de crecimiento cefalocaudal, 21
 consecuencias, 21
- Grosor del cíngulo, reducción, 247f
- Grupos raciales humanos, diferencias, 135
- H
- Haas, EPR de tipo, uso, 479
- Habilidades, dominio, 58-59
- Hábito(s)
 abiertos, 413-415
 de succión no nutritivos, opciones, 416f
 del sueño (Angle), 139
- Habla, problemas, 11
 maloclusión, relación, 157
- Habsburgo, mandíbula, 130
 prognatismo mandibular, 130f
- Harvold
 análisis, 193-194
 análisis de Wits, contraste, 194
 mediciones, uso, 193f
 valores estándar (milímetros), 194t
- Hawley, retenedores, 612-613
 ejemplo, 612f
 localizaciones de los ganchos, 613
- Hedgehog, vía, disminución (consecuencias),
 31-32
- Herbst, aparato
 aparato funcional fijo, 352f
 éxito, 494f
 inspección, 505
- Herbst, tratamiento, transición, 557
- Herencia
 influencia (estimación), 133
 pruebas, 132
- Hidrocefalia, 46
- Higiene oral, importancia, 61
- Hinchazón paranasal, 227f
- Hiperplasia, 33
 condilar, 126
 prominencia, 33
- Hipertelorismo, cilios primarios (truncamiento),
 31-32
- Hipertrofia, 33
 hemimandibular, 126, 268
 modo de tratamiento, 268
- Historia odontológica, 152
 necesidad de información, 151-152
 obtención, 153f-154f
- Holdaway, cociente, 190
- Hollywood, sonrisa, 87f
- Holoprosencefalia, causa, 31-32
- Hormona(s)
 del crecimiento humana (HGH),
 administración, 69f
 paratiroidea, gen del receptor (PTHr1), 76
 reposición, 68
 sexuales
 control, hipotálamo (consecuencias), 93
 liberación, gonadotropinas hipofisarias
 (consecuencias), 93
 secreción, 92
- Hueso(s)
 alveolar
 altura
 posición dental, relación, 304
 tendencia, 304
 tratamiento, efectos, 303-304
 anclaje directo, 386f
- anterior del maxilar superior (retención),
 enterramiento de la raíz (uso), 451f
 estructura de soporte, construcción, 134
 flexión, 108
 pérdida, 298f
 tornillo, inserción (secuencia), 385f
- anclaje, 235f
 colocación, 564f
 retención, tornillos (uso), 335f
- aposisión directa, 33
- basioccipitales, localización, 37
- bovino/aloinjerto, mezcla, 293
- calcificación, incidencia, 29-30
- cortical, zona (creación), 298f
- crestal, altura, pérdida de (exceso de), 303-304
- desmineralizado y liofilizado, 293
- esfenoides, localización, 37
- etmoides, localización, 37
- fetales de rata, autorradiografía, 32f
- flexión, grado, 279
- formación, 35
- fuerza, aplicación, 280f
- gammagrafía, Tc^{99m} (uso), 268f
- con hueso, contacto, 699
- injertos, 294f
 colocación, 269
 radiografía panorámica, 270f-271f
- intramembranoso, formación, 36
- nasal (N), 189
 crecimiento, 43f
- pérdidas, 266f, 651f
- planos, separación, 36
- reabsorción, 76
 defectuosa, incidencia, 74
 velocidad, 74
- relación con los dientes, límite de expansión,
 222
- respuestas, 278-280
- superficie
 aposición, 33
 remodelación, 38f
- Hunter, John, 29-30
- I
- Identidad
 establecimiento, 59
 personal, desarrollo, 59-60
- Imágenes
 bidimensionales (2D), TCHC (contraste), 422
 faciales antes de tratamiento, 216f
 por ordenador, predicciones, 239-240
 utilidad, 692
 tridimensionales secuenciales, 202-203
- Imanes
 adhesión, 324f
 uso, 324, 560f
- Impacto esquelético maxilar anteroposterior,
 520
- Implantes
 espacio, mantenimiento, 616
 mandibulares, superposición, 103f
 pacientes, ortodoncia completa, 659-660
 posteriores en el maxilar superior, registro de
 crecimiento medio, 99f
 radiografía, 31
 superiores anteriores, rastros de crecimiento
 medio, 99f
 superposición, 101f
- Impresiones, uso, 502-503

- Incisivo(s)
- alineación, alambre superelástico auxiliar (uso), 537f
 - anclaje, refuerzo (posibilidad), 577-581
 - apiñamiento, 637
 - leve-moderado, 438-440
 - posibilidades de tratamiento, 639f
 - segmento, expansión, 637
 - tratamiento ortodóncico, 668f-669f
 - brackets/tubo, prescripción, 373t
 - central(es)
 - cociente altura-anchura, cambio, 598
 - colocación de coronas, 634f
 - elongación, 249f
 - erupción, 86
 - espacios, desarrollo, 479f
 - inferiores permanentes, contacto proximal, 89
 - protrusión, 325-326
 - superiores
 - altura-anchura
 - proporciones, 173f
 - relaciones, 172-174
 - anquilosis, 662f
 - desplazamiento, 662f
 - encia, contorno, 174f
 - que erupcionan en sentido lingual, 159f
 - fractura, 12f
 - malformación, 603f-604f
 - torsión, 342f
 - superior derecho
 - ápice, radiotransparencia periapical, 449f
 - inflamación gingival, 516f-517f
 - permanente, erupción, 409f
 - ausencia, 425f
 - en posición superficial, 425f
 - raíces, reabsorción, 451f
 - superior izquierdo
 - avulsión, 451f
 - pérdida, traumatismo (consecuencias), 579f-580f
 - permanente
 - erupción en mordida cruzada, 410f
 - sin erupcionar, raíz dilacerada (consecuencias), 459f
 - sobreerupción, 552f
 - tamaño del incisivo lateral, comparación, 598
 - desplazados, 637
 - dientes, puntos de contacto (distancias), 6f
 - erupción, 417
 - continuación, velocidad media, 102f
 - desplazamiento traumático, 403
 - prevención, 548f
 - retraso, 424-426
 - sin erupcionar, tracción inicial, 426f
 - espacios de desarrollo, 72-73
 - exposición
 - conclusión del tratamiento ortodóncico, 107f
 - reducción, 656f
 - inclinación (cambio), arcos de alambre de dos pares (uso), 341-342
 - inferiores
 - alineación, retención, 611
 - análisis de Ricketts, relación, 194
 - apiñamiento, tendencia, 108
 - avance, 502f
 - coordinación, 653f-655f
 - daños, 639f
 - encia adherida mínima, 157f
 - inclinación, 461
 - lingual, aumento, 110f
 - irregularidad, 88f
 - posición, 691f
 - mantenimiento, 615
 - producción, 237, 669
 - reapiñamiento, 618
 - sobreerupción, 554f
 - interferencias, 159f
 - intrusión, 677-681
 - aparato de 2 × 4, extensión (consecuencias), 550f
 - frecuencia, 428
 - producción, mecanoterapia (uso), 679
 - irregularidad, 438
 - base de población norteamericana, 7f
 - expresión, 6f
 - grupos raciales-étnicos, base, 7f
 - presencia, 7f
 - realineación, 618-619
 - lateral(es)
 - canino superior izquierdo, posición, 423f
 - dilatación, 130f
 - erupción ectópica, 417
 - inferior
 - derecho, ausencia, 640f
 - erupción ectópica (radiografía), 447f
 - izquierdo, movimiento mesial, 579f-580f
 - pequeñez, 249f
 - primarios, retención prolongada, 454-455
 - superiores
 - ausencia, 454-457
 - reposición, implantes (uso), 663f
 - sustitución, 247f
 - colocación, 84f
 - derecho
 - ápice, curvatura, raíz, 79f
 - posición, raíz, 423f
 - reabsorción, 397f
 - discrepancia en el tamaño dental, creación, 586f
 - erupción, características, 83f
 - permanentes, ausencia, 456f
 - consecuencias, 457f
 - radiografía panorámica, 458f
 - raíces, daños (radiografía panorámica), 422f
 - sobreerupción, 552f
 - tamaño, desproporción, 129f
 - tamaño de los incisivos centrales, contraste, 598
 - mordida cruzada, 409
 - movimiento anterior (prevención), arco cementado (estrategias), 552
 - permanentes
 - coronas, 73f
 - erupción, 409f, 432
 - hábitos, interrupción, 413
 - inclinación lingual, 459
 - lesiones por desplazamiento extrusivo, 450f
 - posición labial, 88
 - tamaño, aumento, 86
 - posición, alteración, 585
 - primarios
 - magnitud, separación, 87f
 - separación, distribución, 86
 - prominencia
 - evaluación, 163-164
 - vista de perfil, 166
 - retracción/intrusión, 667-683
 - protrusión
 - apiñamiento, relación, 397-399
 - exceso, 223f
 - inclinación lingual, 587
 - retracción/intrusión, 676-677f
 - reposición, relaciones espaciales, 86-89
 - retracción, 222
 - cefalografías antes/después del tratamiento, superposición, 646f-649f
 - cociente, 334f
 - máxima, 575-577
 - mínima, 577-581
 - rotados, 637
 - segmento, perspectiva lateral, 551f
 - separados, 440-442
 - superior(es)
 - angulación, mejora, 263f-264f
 - anquilosado, 660
 - recolocación, 291
 - apiñamiento, 175f
 - arco de alambre rectangular, plano (relación), 375f
 - aspecto, queja del paciente, 249f
 - avance, 238f
 - daños, 660
 - enderezamiento, 103f
 - exposición, 106f
 - factores de riesgo, 304t
 - fuerza en dirección labial, 634f
 - inclinación extrema, 299f
 - irregulares, rotaciones, 653f-655f
 - izquierdo, región, sobremordida/resalte limitados, 398f
 - línea NA, relación, 191f
 - posición, 691f
 - lingual, consecuencias, 411f
 - de la raíz mesial, 442f
 - posicionamiento, 292f
 - prominentes, 237
 - retracción, arco de alambre con bucles de cierre (uso), 453f
 - protrusión, 12
 - hábitos de succión, consecuencias, 140
 - medición, 195f
 - retracción
 - anclaje óseo (colocación), 564f
 - imposibilidad, 441-442
 - tratamiento, 708f
 - resalte, exceso, 403
 - retracción, 166f, 223f
 - bucle de cierre, uso, 333f
 - espacio de extracción de premolares, 232
 - superposición cefalométrica, 653f-655f
 - uso, 673f-675f
 - retrusión, 237
 - retrusivos, 237
 - rotación, 175f
 - separación, 442f
 - relación, 638f
 - sobreerupcionados, 554f
 - superficie lingual, bordes incisales inferiores (contacto), 6f
 - vestibulización, 440-442
 - anterior, 441
 - tardíos, apiñamiento, 110-111

- Incisivo(s) (*cont.*)
 torsión radicular lingual, 587-589
 vestibulación, dirección anterior, 165f
- Inclinación, 286, 334
 extrema, 299f
 inclinación extrema, 299f
 molar inferior, pérdida (consecuencias), 628f
 vestibular, control, 338
- Incognito, aparato lingual
 arcos de alambre, formación, 380f
 inclinación prevista/conseguida, diferencia, 379f
- Índice
 facial (índices), 160
 lista, 163t
 de necesidad de tratamiento (INT)
 desarrollo, 14
 grados
 grupo de datos NHANES III, 14
 de tratamiento, 15c
 índice estético, ejemplos de estímulo, 16f
 puntuaciones, comparación, 14
- Inestabilidad materna, 57
- Infancia
 años de dentición, 67-73
 deformidades progresivas, 123-126
 diastema
 corrección espontánea, 6f
 de la línea media, presencia, 7
 fracturas mandibulares, 124
 longitud/peso, crecimiento (gráficas), 69f
 neoplasias malignas, supervivencia a largo plazo, 267
 sutura palatina media, 305f
 tardía
 años de dentición mixta, 73-91
 desarrollo físico, 73
 edades
 de desarrollo, evaluación, 73-74
 esqueléticas, evaluación, 73-74
- Infección apical, control, 633
- Influencias
 genéticas, 130-133
 medioambientales, 133-144
- Iniciativa, desarrollo, 58
- Injerto gingival, uso, 650f
- Inserción gingival, compromiso, 601f
- Insignia, sistema, 377f
 comercialización, 375
- Integridad
 adulta tardía (obtención), 60
 consecución, 60
- Inteligencia, desarrollo, 60
- Interacción(es)
 ortodóncica-restauración, gestión, 248-249
 prótesis-implantes, 652-660
- Interdigitación
 mordida en cera/registro en polisiloxano, 177
 oclusal posterior, inclinación del primer molar superior (inclinación distal), 375f
- Interferencias oclusales, 537
- Intervención(es)
 no dental, 413
 tratamiento de recuerdo, 413
 ortodóncica, necesidad (ausencia), 274
 submentonianas, 707
- Interzona, zona de mineralización, 50f
- Intimididad, desarrollo, 60
 factores, 60
- Intrusión
 absoluta, 255f
 anclaje esquelético, uso, 552
 arco(s)
 de intrusión, colocación, 551-552
 de utilidad, uso, 338
 complementaria, 337
 arco, colocación, 552
 imposibilidad, arco de alambre continuo (consecuencias), 549f
 indicación, 589-591
 problema, 677-681
 relativa, 255f
 extrusión, uso, 545-549
 uso, 550-555
- Investigación ortodóncica, 14
- Invisalign
 formulario
 ClinCheck, modificación, 358f
 de re aproximación, 358f
 introducción, 355
 proceso de fabricación, 355-357
- Irradiación corporal total (ICT), prevalencia (incremento), 447-448
- Irregularidad(es)
 rotacional, resolución, 464
 superficiales, engranaje, 329
 tratamiento en la dentición mixta, 466f
- Isótopo
 con afinidad ósea (Tc^{99m}), uso, 268
 emisor de rayos gamma (Tc^{99m}), uso, 30
- J**
- Joroba nasal, 227f
- Jóvenes
 blancos, necesidad de ortodoncia, 17f
 mexicanos-americanos, necesidades ortodóncicas, 17f
 negros, necesidades ortodóncicas, 17f
- K**
- Kingsley, Norman, 2
- Kloehn, casquete de tipo, 496f
- Kloehn, Silas, 494
- Kusy, Robert, 318
- L**
- Labio(s)
 almohadillas
 adición, 500
 escudos bucales de plástico, combinación, 500
 altura, aumento, 108f
 caídos, 105
 conexión, tensión, 222
 crecimiento, 40
 esqueleto facial, 41f
 dientes, relación vertical, 208f
 grosor, aumento, 42f
 incompetencia, 166
 lengua, equilibrio (alteración), 437f
 leporino, 269-274, 396-397
 bilateral, 121f
 cirugía ortognática, 274
 incidencia, 118
 unilateral, 119f
 observación terapéutica a largo plazo, 270f-271f
 leporino/paladar hendido bilateral, 121f
 movimiento, necesidad, 269
- parachoques, construcción, 437f
 plenitud, disminución, 107f
 postura, evaluación, 163
 vista de perfil, 166
 presiones de reposo, 280f
 prominencia
 consecuencias, 166
 evaluación, 166f
 protrusión, evaluación, 166
 reducción, 707
 relación dentolabial vertical, 241-242
 superior
 base, tejidos blandos (distensión), 480f
 inclinación posterior, 223f
 plano inclinado hacia atrás, 223f
 técnicas, 707
- Lactante(s)
 grupos de riesgo, curvas de crecimiento, 69f
- labio
 inferior, colocación de la lengua, 71f
 leporino unilateral, 119f
 leporino/paladar hendido bilateral, 121f, 269f
- maduración, 71
- movimientos respiratorios, 71
- ortopedia, 269
 prequirúrgica, consecuencias, 269
 prematuro, supervivencia, 67
 segmentos, recolocación, 269
 vía respiratoria, establecimiento, 71
- Lado de la hendidura, segmentos alveolares (desplazamiento), 270f-271f
- Láser de diodos, uso, 542f
- LeFort I
 osteotomía, maxilar superior (fractura hacia abajo), 699
 técnica de fractura hacia abajo, cortes de osteotomía (localización), 689f
- Lengua
 colocación, 71f
 deglución por empuje, aspecto, 140f
 descenso, 141
 empuje, 139-141
 deglución, prevalencia, 141f
 etapa de transición, 140
 término, nombre poco apropiado, 140
 postura de reposo adelantada, 140-141
 presiones
 de labios-mejillas, desequilibrios, 606-607
 de reposo, 280f
 en reposo (restricción), escudo labial (uso), 500f
 superficie superior, indentaciones, 406f
- Lesión(es)
 cariosas del esmalte, 368-369
 del esmalte no cariosas, 368-369
 local, efectos, 290-296
 maloclusión (relación), 12
 del maxilar superior, 267
 traumáticas de dientes anteriores, restauración (problema), 450
- Leydig, células, producción de estrógenos, 94
- Ligamento periodontal (LPD)
 adaptación, 280
 capacidad para generar fuerza, 280
 células, mecanorreceptor FAK, 283
 compresión, 282-286
 disminución, 283
 muestra histológica, 285f
 zona, 301f

- concentraciones de nucleótidos cíclicos, aumento, 288
- distracción, 290-292
- elementos celulares, 279
- enlaces cruzados de colágeno, 79-81
- espacio, 278-279
- aumento, 283f
 - líquido, presencia, 279-280
- estructura de soporte, construcción, 134
- estructura/función, 278-279
- fibras, angulación, 279f
- fibroblastos, osteoblastos (comparación), 279
- flujo sanguíneo, cambios, 282f
- fuerza sostenida, consecuencias, 281-296
- función, 152-155
- necrosis, 281
- presión
- máxima, 286
 - relación, representación teórica, 296f
- presión-tensión, 282
- reorganización, 606
- importancia, 606-607
- respuesta, 300-301
- superficie, disminución, 626
- zonas isquémicas (hialinizadas), desarrollo, 300
- Línea**
- basión-nasión, uso de la placa de referencia, 194
 - horizontal verdadera, uso, 189-190
 - media
 - corrección, método, 585f
 - desviación
 - movimiento dental en bloque, necesidad, 461f - prevención, 417 - diastema
 - cierre, 402
 - ejecución, 443f
 - presencia, 7
 - problema localizado de exceso de espacio, 451 - discrepancias, 584-585
 - consideraciones, 585 - superior, localización de dientes supernumerarios, 129f
 - de referencia
 - craneal (horizontal), elección, 189-190
 - horizontal (craneal), elección, 189-190 - vertical verdadera
 - labio superior, plano inclinado hacia atrás, 223f
 - uso, 194
- Línea A-pogonión, uso, 194
- Lista de problemas
- desarrollo, 259
 - diagnóstico
 - ejemplo, 250c - prioritarios, ejemplo, 251c
 - soluciones
 - ejemplo, 252c
 - interacción, 256 - tipos de problemas, 269
- Localización lateral junto a la línea media, 701f
- Longitud**
- de arcada moderada, aumento, 463f
 - mandibular
 - cambios, 97t
 - crecimiento, 40f
 - incremento, datos longitudinales, 96f - LPD comprimido, muestra histológica, 285f
- M**
- Macroestética, 211
- consideraciones, 241
 - proporciones faciales, 159-167
- Maduración
- de delante hacia atrás, principio, 71
 - sexual, signos, 68
- Malformación(es)
- craneofaciales, incidencia, 119-122
 - dientes, 128-129
- Maloclusión
- características
 - clasificación, 211-214
 - datos actuales, 5
 - diagrama de Venn, 205f
 - diferencias, 8
 - evaluación NHANES, 5 - causas, 114-130
 - de clase I, 3
 - de clase II, 3
 - arcadas, presencia, 462
 - chinos, inmigración, 132
 - componente genético, 32-33
 - corrección, 596
 - elásticos de clase III, uso, 238f - ortodóncica, crecimiento (trazados cefalométricos), 98f
 - tratamiento ortodóncico, 694f-695f - corregida parcialmente, 675f
 - división, 2, 503f
 - incisivos maxilares, retracción, 166f
 - molares superiores, rotación mesial, 559f
 - primer molar superior, rotación mesiolingual, 234f
 - producción, 11
 - tratamiento con casquete
 - respuesta, 509f
 - de tracción inversa (uso), 721f-723f
- clasificación (Angle), 3
- clases, 3
 - ilustración, 4f
- compleja, arco de alambre de polímero transparente reforzado con vidrio (secuencia de tratamiento), 382f
- composición racial/étnica, diferencias, 8
- consecuencias, 12
- contribuciones dentales/esqueléticas, análisis cefalométrico, 185f
- dificultades para hablar, lista, 158t
- discapacidad, concepto, 11
- eficacia clínica, pruebas, 13c
- enfermedad de la civilización, 135
- epidemiología, 5-8
- esquelética
- camuflaje ortodóncico, 698c
 - de clase II, corrección, 492f
- estado de desarrollo, 114
- estudios
- clínicos aleatorizados, 12-13
 - retrospectivos, grupo de control (necesidad), 13-14
- gravedad
- consecuencias, 11
 - dificultad para masticar, 157
 - indicación quirúrgica, 690
 - incidencia, 8-9
 - experimentos (Stockard), 131-132 - incremento, pruebas, 10-11
 - lesión, relación, 12
 - de mordida anterior, mordida abierta esquelética (caracterización), 213
 - patología dental, relación, 12
 - prevalencia
 - aumento, 11
 - razón, 8-11 - problemas
 - de la ATM, correlación, 12
 - genético, 131-132
 - para hablar, relación, 157
 - psicosociales, 11 - procesos etiológicos, comprensión, 40
 - respiración bucal, relación, 143
 - tipos, prevalencia (cambios), 7f
 - tratamiento
 - demanda, 14-18
 - identificación, 11
 - tipo, elección basada en las pruebas, 12-14
 - uso de instrumentos musicales, consecuencias, 139
- Mamíferos lactantes, conductos galactóforos, 71
- Manchas blancas
- lesiones, tratamiento, 369
 - problema, 368
 - tratamiento, 369
- Mano, radiografía (uso), 73f
- Mantenedores de espacio de banda y bucle, 429-432
- uso, 431f
- Mantenimiento del espacio posterior, aparato indicación, 432
- MARA, aparato (variación de aparato funcional fijo), 352f
- Máscara facial (casquete de tracción inversa), 482-484
- tracción anterior, 483f
 - tratamiento, cambios (superposición cefalométrica), 485f-486f
- Masticación
- actividad, presión (producción), 135
 - dificultad, maloclusión (consecuencias), 157
 - problemas, 11
 - simulación, fuerza oclusal (comparación), 137f
- Material(es)
- elásticos
 - asperezas, 329
 - curva de fuerza-desviación, 313f
 - elasticidad/resistencia, combinación, 322
 - geometría
 - longitud/anclaje, 321
 - tamaño/forma, 319-320 - memoria de forma, 315
 - ortodóncicos, progreso, 318
 - progreso, 318
 - propiedades, 312-314
 - rigidez, 313f
 - superficies, contacto, 329f
 - tamaños de alambres, 321t
 - uso, 312-324
 - variación, 321-323 - extracelular
 - mineralización, 33
 - secreción, 33 - para la matriz de colágeno, producción, 279

- Material(es) (*cont.*)
 no metálicos para aparatos, 370-372
 plásticos, 323-324
 «succionadores», uso, 353
 superelástico, uso, 316
- Maternidad inestable, 57
- Maxilar(es)
 adolescentes, estirón puberal, 95f
 anchura, crecimiento, 98
 asimetría
 campo de visión, TCHC, 201f
 signos, ausencia, 127f
 crecimiento, modificación (posibilidad), 305
 desarrollo, hábitos (consecuencias), 139
 desplazamiento anterior, 485f-486f
 desproporción, 165f
 discrepancia
 aumento, 196f
 efectos beneficiosos del tratamiento, 475
 gravedad, 696f-697f
 espacial (aumento), crecimiento vertical (consecuencias), 80f
 fracturas infantiles, 124
 fuerza, aplicación, 306
 función, 156-158
 cambios, determinación, 11
 examen de cribado, 158c
 función de la ATM, relación, 158
 inferior, 39-40
 altura, crecimiento (cronología), 98-99
 anchura, crecimiento (cronología), 98-99
 ángulos, formación ósea (exceso), 136f
 avance
 bloques de mordida posteriores, uso, 518f
 componentes, uso, 498-499
 cambios dimensionales medios, 105f
 componentes de control vertical, 499-500
 crecimiento
 ausencia, 66
 diferenciado, 90-91
 cuello condilar, vulnerabilidad, 124
 cuerpo, crecimiento, 39-40
 dentición, posición, 109
 desarrollo, 35
 descenso, 141
 fractura
 condilar, 152
 radiografías, 78f
 Frankel II, aparato, avance activo, 491f
 fuerza ortodóncica, efectos, 307-310
 golpe, consecuencias, 45f
 hueso
 de las extremidades, similitud estructural, 48-49
 formación, representación esquemática, 35f
 largo, analogía, 44f
 inyecciones de alizarina, 31f
 longitud, crecimiento (cronología), 98-99
 movimiento
 anterior, 698f
 mordida de trabajo, 520
 posterior, 698f
 núcleo, rotación, 100
 plantilla de Bolton, superposición, 198f
 posición
 anteroposterior, posición vertical de maxilar superior (interacción), 255f
 nivelación ortodóncica (efectos), 717f
 vertical, posición vertical del maxilar superior (interacción), 255f
 retroceso, 714f
 rotación, 486
 anterior, 102f
 interna, 101f
 posteroinferior, 185f
 sujeción anterior, 308
 superposición, 198
 tamaño, determinación, 32
 traumatismo del parto, 123
 visualización, 100f
 método, 44
 lesiones, 267-268
 perpendicular al nasión, relación, 194
 posición proporcionada, plano espacial anteroposterior, 162-166
 precisión en la colocación, imposibilidad, 48-49
 relaciones, 453
 respiración, consecuencias, 142
 rotación, 210
 externa, visualización, 99-100
 interna, visualización, 99-100
 superior
 altura, crecimiento (cronología), 98-99
 anchura, crecimiento (cronología), 98-99
 avance, 698f, 714
 antes/después de la cirugía, representación mediante mapa en colores, 203f
 cirugía segmentaria, preparación, 718f
 colocación de tornillos óseos, 229
 complejo nasomaxilar, 37-38
 crecimiento
 explicación, teoría del cartilago (uso), 44
 factores determinantes, 46
 mecanismo, representación esquemática, 96f
 restricción, fuerza extraoral (uso), 494
 superficies frontales, remodelación, 38
 curva de crecimiento, 93f
 deficiente, niño, elásticos de clase III (uso), 486f
 dentición, posterior, 109
 desarrollo posnatal, 37
 descenso, 715
 expansión transversal, 244f
 formación, 35-36
 fractura hacia abajo, 699
 fuerza
 extraoral
 efectos, 507-508
 uso, 229f, 558f
 ortodóncica, efectos, 305-307
 transversal, 226f
 implantes, superposición, 101f
 longitud, crecimiento (cronología), 98-99
 movimiento, 699
 control, 508
 posterior, 698f
 parte anterior, dientes supernumerarios (localización), 400
 plantilla de Bolton, superposición, 197f
 posición
 dental, cambios medios, 562f-563f
 vertical, posiciones mandibulares (interacción), 255f
 recolocación superior, 700f-701f
 rotación, 193f
 interna, incidencia, 101
 superposición, 197
 ilustración, 103f
 tejidos blandos, crecimiento, 38f
 tracción anterior, 236f
 transporte, 38f
 traslación anteroinferior, 97f
 tamaño, reducción progresiva, 10
- McNamara, análisis, 194
 mediciones, uso, 195f
 uso, 195f
- Mecanismo
 intermaxilares, uso, 395
 limitaciones, 398f
 propulsor preemergente, 78
- Mecanoterapia ortodóncica, 259
- Meckel, cartilago de
 formación de hueso, 35f
 desintegración, 35
- Medicación a largo plazo, uso por el paciente, 152
- Medición(es)
 análisis, 189-196
 antropológicas faciales, 161t
 datos
 adquisición, 26-27
 análisis, 27-29
 presentación gráfica, 27-29
 faciales, análisis antropométrico, 162f
 métodos, análisis cefalométrico (combinación de elementos), 213f
- Mejilla
 dientes, relación vertical, 208f
 pérdida, infección tropical (consecuencias), 134f
 presiones, 138-139
 de reposo, 280f
 sujeción, escudo bucal (uso), 501f
- Mejoras, 17-18
 tecnología, ortodóncica, 18
- Memoria de forma, 315
- Menarquia
 declive, 70f
 tiempos, curvas de velocidad, 26f
- Mentón
 aumento, 705
 cambio, 397f
 desviación, 209f
 evaluación, 524f-527f
 doble, corrección, 707
 implante, ventajas, 705
 inactividad, 39
 prominencia, acentuación, 97
 protrusión, quejas, 251
 reducción, 705
 sección, 699f
- Mentonera
 dispositivo, ilustración, 237f
 fuerza
 extraoral, aplicación, 236-237
 duración, 307
 mentonera de plástico duro, uso, 488-489
 tratamiento, 488f
- Mesiodiente, 129
 localización, 129f
- Metal, alternativas, 370

- Método
orientado al problema
necesidades, 258
utilidad, 258
vibratorio, 293
- Metodología cefalométrica, resumen, 198-199
- Métodos ortognáticos, 690-692
consideraciones estéticas/psicosociales, 690-692
estabilidad, 708
- MI Paste plus, aplicación, 369
- Microabrasión ácida, 369
- Microcefalia, 46
- Microestética
aspecto dental, 172-175
consideraciones, 211, 245-250
evaluación clínica, consecuencias, 598
métodos de acabado, 599
plan de tratamiento, 599
técnicas, 597-599
- Microincisiones, uso, 294f
- Microperforación, 293
- Microsomía
craneofacial, 116-117
hemifacial, 116-117, 396-397, 704f
moderadamente grave, 703
oído externo/rama mandibular, deficiencia/ausencia, 117f
TC, 28f
- Mineralización
incidencia, 33
zona, 50f
- Miniestética, 158
consideraciones, 211, 241-245
relaciones dentolabiales, 167-172
- Miniplacas, 385-388
aceptación por el paciente, 386-387
características, 386-387
colocación, 385-386
en la base del arco cigomático, 386f
radicular, 387
DAT alveolares, comparación, 388
dificultad, 683f
dolor/inflamación, 682f
mecanismo de bloqueo, 387
osteosoportadas, colocación bilateral, 484
porcentaje
de fallos, 387t
de éxito, 386f
problema, 679
puntos de anclaje (creación), extensiones
de alambre (uso), 387f
tolerancia a la fuerza, 387
tornillos óseos, contraste, 388c
- Modelación, 36
aprendizaje por observación, 55-56
- Modelo(s)
dentales
análisis, 181
simetría/espacio/tamaño dental, 181-184
clasificación de Angle, 157f
digitalizados, uso (eficacia), 531f
rejilla milimetrada transparente, uso, 180f
usos ortodóncicos, 177
virtuales, mediciones, 182f
digitales, producción, 178
de digitalización lateral, uso, 188f
estereolitográficos, fabricación, 357f
físicos, modelos virtuales (contraste), 176-178
montados, razones, 179
ortodóncicos (recorte), bases simétricas (uso), 179f
virtuales, modelos físicos (contraste), 176-178
- Molares
anchuras, cambios (media), 98f
aparato de 2×6 , 397f
arco de alambre rectangular, plano (relación), 375f
casquete de tracción alta, uso, 518
colocación, 630
corrección, elásticos intermaxilares (uso), 568-569
desviación, deficiencia de espacio (consecuencias), 438-440
distalización, 234f
anclaje esquelético, ventajas, 560
aparato de péndulo, uso, 561f-562f
circunferencia de la arcada, aumento, 465f
expansión, uso, 462-463
enderezamiento, 629-630
aparatos, uso, 629-630
brackets, colocación, 626f
inestabilidad, 633f
planificación, 628-629
proximidad del cuadrante, 630
resortes auxiliares, uso, 631f
técnicas de aparatos fijos, 630f
tiempo de tratamiento, variación, 629
erupción, 71
expansión bilateral, creación, 344f
extracción, 225
inclinados
altura de las coronas (aumento), enderezamiento (consecuencias), 629f
enderezamiento, movimiento distal de la corona (consecuencias), 628f
erupción, 628
inferiores
colocación de arcos de alambre, 373f
elección, exceso, 215f
pérdida, consecuencias, 628f
- movimiento
distal, 437f, 559-560, 669-677
avance, 460
sistemas de anclaje, uso, 559-560
posterior, 437-438
- permanentes
inclinación distal, 420f
opciones de erupción ectópica, 421f
reabsorción, 418
relación(es)
de extremo con extremo, 91
oclusales, 90f
premolares permanentes, diferencia de tamaño, 90f
prescripción de tubos/brackets, 374t
prevención, objetivo del tratamiento precoz, 450-451
- primarios
protracción, 677
reabsorción, extensión, 418
región, presiones de los tejidos blandos (representación esquemática), 139f
relación oclusal, 90f
- relación, 205f
corrección, 556-569
objetivo, 557
transición, posibilidades, 91
reposición, relaciones espaciales, 89-91
rotación, factor de distalización, 561f-562f
separación, esfuerzo máximo, 137f
superiores
colocación de arcos de alambre, 373f
elásticos cruzados linguales (uso), 541f
erupción mesial/vertical, 482
extrusión, elásticos de clase III (consecuencias), 591f
movimiento distal, 557-564
casquete (uso), 462
rotación mesial, 559f
torsión de la raíz bucal, 589
- Momento
creación, doblez en V asimétrico (uso), 340f
definición, 324
de la fuerza (M_F), 326
relación, 327f
magnitud, disminución, 325
del par (M_P), 326
momento de la fuerza, paciente, 326-327
reducción, 340
uso, 325-326
- Momento-fuerza, cociente, 327
- Monofosfato cíclico de adenosina (AMPC), aumento, 283
- Montaje fotográfico
ejemplos, uso, 161f
- Montaje de predicción diagnóstico, 636
- Moorrees, retícula, 196
- Mordida(s)
abierta
anterior, 413-415, 553f-554f
asociación con succión del pulgar, 138
cierre, 663f
dientes posteriores, intrusión, 679
corrección, retención, 610-611
gravidad, corrección, 700f-701f
hábitos orales, 413-415
intervención no dental, 413
maloclusión, 141
mordidas abiertas, 413-415
prevalencia, 141f
relaciones verticales entre los incisivos, corrección, 591
succión, hábitos
efectos, 413
repercusiones, 140
tratamiento, ausencia, 403
cara alargada, 517-520
clasificación, 402
esquelética, caracterización, 213
maloclusión (desarrollo), influencia etiológica de la lengua, 140
mordida profunda, relación, 8f
succión, asociación, 145
unilateral, desarrollo, 665f-666f
en cera, uso, 177
- cruzada(s)
anterior, 409-411
causa, 632
corrección, 409
conveniencia, 676f-677f
dental, corrección, 538f
desarrollo, desvío lingual, 409f
dientes, desplazamiento, 537
ejemplo, 6f
etiología, 409

- Mordida(s) (*cont.*)
 impacto, 409
 incisivo superior, posición lingual (consecuencias), 411f
 mordida cruzada anterior dental, corrección, 538f
 no esquelética
 etiología, 409
 tratamiento, 409-411
 opciones, 412f
 presencia, 411f
 unilateral, 678f
 bucal (oclusión en X), 8-9
 clasificación, 402
 corrección, 536-540, 596
 mediante elásticos de mordida, uso, 631-632
 determinación, 403
 mordida cruzada
 anterior, 6f
 bucal (oclusión en X), 8-9
 posterior, existencia, 6f
 posterior(es), 403-408, 553f-554f
 características dentales/esqueléticas, 211f
 corrección, 342
 dentición mixta, 403
 opciones, toma de decisiones, 408f
 dentales, corrección, 540
 descripción, 211
 desviaciones, 7-8
 existencia, 6f
 del maxilar superior, 702f
 sobrecorrección, 406f
 tratamiento, 404
 de domingos, 158
 profunda, 415
 análisis, 591
 anterior, 554f
 deficiencia mandibular, combinación, 719f
 cara corta, 514-517
 corrección, retención, 610
 esquelética, 192
 gravedad, 8
 de trabajo
 maxilar inferior, movimiento de avance, 520
 obtención, pasos, 504f
 producción, 486
 uso, 502-503
- Motivación, tratamiento
 externa, 155
 interna, 155
- Movimiento(s)
 dental
 acelerado, 290-296
 anteroposterior diferenciado, espacios de extracción (uso), 564-568
 asistido por corticotomía, resultados del tratamiento, 293
 en bloque, necesidad, 461f
 rápido, corticotomía (consecuencias), 293
 recíproco, 296-297
 producción, 296f
 deseado, subdivisión, 333-334
 distal
 en bloque, 462-463
 verdadero (mejora), anclaje esquelético (uso), 234
- mandibulares funcionales, interferencias oclusales, 158
 mesial de la corona, 451
 molar distal, 458-459
 ortodóncico
 de los dientes, 280
 fuerzas óptimas, 287t
 pérdida ósea, 266f
 proceso alveolar, ecografía, 295
 inclinación, 286
 radicular mesial, 629-630
 de torsión, limitación, 298
 Mucosa lingual, aleta lingual (contacto), 490f
- Muelle
 auxiliar, alambre superelástico (adición), 536
 comprimido, uso, 632f
 uso, 478f
- Muñeca, radiografía de (evaluación), 73f
- Músculo(s)
 faciales, consecuencias, 124
 masetero
 ausencia, consecuencias, 125f
 hipertrofia, 136f
 de la masticación, adaptación neuromuscular (consecuencias), 709
 pterigoideo lateral, consecuencias, 45f
- N**
- Nacimiento, 66-67
 adaptaciones físicas, 66
 lesiones, 122-123
 traumatismos mandibulares, 123
- Nariz
 crecimiento, 40
 activo, 96
 suelo, movimiento, 39f
- National Health and Nutrition Estimates Survey III (NHANES III), 5
 evaluación de la maloclusión, 5
 grados IOTN, 14
- Neonato
 cráneo, fontanelas, 36f
 deformación de la cabeza, 67f
 supervivencia, 70-71
- Niños
 adaptación, concepto relacionado con la edad, 60
 adenoidectomía, necesidad, 143
 trazados cefalométricos compuestos (medios), 144f
 adultos, movimientos masticatorios (comparación), 72f
 alteraciones dentofaciales, tratamiento ortodóncico, 17-18
 amigdalectomía, necesidad, 143
 área de tratamiento del odontólogo, salida (recompensa), 54f
 asimetría
 facial, 523-527
 mandibular, 124f
 bloques de mordida posteriores, desarrollo vertical (control), 521f
 cara
 normal, fuerzas oclusales (comparación), 137f
 proporción, 428
 comportamiento adquirido, ejecución (factores), 56
- cooperación, problema, 156
 daño cerebral, deglución infantil, 140
 deficiencia(s)
 gravedad/progresión, 714
 mandibular asimétrica, fractura condilar (consecuencias), 124
 dentadura parcial de quita y pon, 432f
 discrepancia intermaxilar, efectos beneficiosos del tratamiento, 475
 displasia ectodérmica, 128f
 dispositivos de tipo arco lingual para expandir el maxilar superior, 403f
 equilibrio, consideraciones, 133-135
 expansión palatina, 227f
 hábitos, 137-139
 historia médica/dental, obtención, 153f-154f
 incisivos
 centrales superiores que erupcionan en dirección lingual, 159f
 superiores, vestibulización lateral, 89f
 influencias
 ambientales, 133-144
 genéticas, 130-133
 instrucciones, ejemplo, 62f
 maxilar superior, fuerza transversal, 228f
 mayores, refuerzo positivo, 54
 mordidas abiertas, succión (asociación), 415
 movimiento dental, aparatos de quita y pon (uso), 351
 niños de cara normal, fuerzas oclusales (comparación), 137f
 norteamericanos, incisivos (alineación), 7
 oclusión, indicación, 438
 padres, plazos, 57
 parámetros del desarrollo, cambios, 76f
 patrón de deglución maduro/adulto, 140
 periodontitis agresiva, 157f
 problemas ortodóncicos, 400
 succión, hábitos, 137-139
 tratamiento
 cooperación, 58
 ortodóncico general, 267
 planificación, 240
 triaje ortodóncico, 396
- Níquel-titanio (NiTi)
 alambre superficial, 425-426
 aleaciones, 314-317
 alambres, uso, 316-317
 estructuras cristalinas, 315
 forma
 austenítica (A-NiTi), 316
 martensítica (M-NiTi), 316
 memoria de forma, 315
 momento de flexión, desviación (contraste), 315f
 propiedades, 314-316
 superelasticidad, 315
 austenítico (A-NiTi), 316
 alambres
 curvas de activación/desactivación, 317f
 elasticidad, 322-323
 propiedades, 317
 resortes, creación (intrusión), 679
 martensítico (M-NiTi), 316
 nomogramas de flexión, 319f
 resistencia relativa/rigidez/rango, 317f
 nomogramas de torsión, 320f

- Nitinol
 nomogramas
 de flexión, 319f
 de torsión, 320f
 uso, 317
- Nivelación, 545-555
 arcadas, fuerzas (representación esquemática), 551f
 arco de derivación, uso (necesidades), 550
 diseño de arcos de alambre, 545
 extrusión (intrusión relativa), uso, 545-549
- No extracción
 alineación, consecuencias, 535-536
 plan de tratamiento, 466f
- Nomogramas
 de flexión, 319f
 de torsión, 320f
 utilidad, 318
- Normas del punto de flotación, uso, 196
- Nucleótidos cíclicos, concentraciones, aumento, 287
- Nutrición, insuficiente, 68
- O**
- Obstrucción
 nasal total
 efecto, superposición cefalométrica, 143f
 a largo plazo, 142-143
 rareza, 142-143
 respiratoria crónica, 142
- Oclusal superior, 640f
- Oclusión
 alineación dental, relación, 176-180
 anterior, 109
 cambios, adolescencia, 108-111
 céntrica, 405f
 concepto, desarrollo, 2
 dental
 ejemplo, 265f
 énfasis, 3
 postratamiento, ejemplo, 721f-723f
 estabilidad, 272f-273f, 593
 funcional, 4
 imperfecciones, consecuencias, 12
 línea
 de Angle, dientes (relación), 207f
 curva catenaria, 3f
 mejora, 524f-527f
 molar de clase II, 213
 normal
 clases (Angle), 4f
 concepto, establecimiento, 3
 ideal, consideración, 5
 en X (mordida cruzada bucal), 8-9
- Odontología
 ortodóncica-pediátrica, práctica, entrada del niño, 52f
 pediátrica-ortodoncia, consultorio, tratamiento ortodóncico (ejemplo), 56f
 protésica, 2
- Odontólogo restaurador, ortodoncista (interacción), 248-250
- Oído externo, deficiencia/ausencia, 117f
- Oligodoncia, 128
- Omisión (tiempo muerto), 54
- Operaciones concretas, período, 60, 62
- Opus, bucle de cierre, 571f
 demostración, 572
- Oral Deformities* (Kingsley), 2
- Órganos y sistemas, formación, 114
- Orificios nasales, bloqueo, 142f
- Origen europeo, tendencia de clase III (corrección), 676f-677f
- Oro
 bandas, uso, 362
 metales alternativos, 370
 sustitución, arcos de alambre de acero (uso), 328
- Ortodoncia
 calidad, jerarquía, 13c
 clínica, alambres de NiTi (uso), 316-317
 complementaria
 secuencia de tratamiento, 627f
 uso de aparatos fijos parciales, 625
 eficacia clínica, pruebas, 13c
 especialidad basada en opiniones, cese, 14
 estudios
 clínicos aleatorizados, 12-13
 retrospectivos, grupo de control (necesidad), 13-14
 europea con aparatos de quita y pon
 aparatos funcionales, 491
 consecuencias, 348
 lingual, 667
 dificultad, 667
 elección, 670f-671f
 popularidad creciente, 377
 osteógena acelerada (OOA), 293
 corticotomía, 292f, 650
 injertos óseos, 292f
 posquirúrgica, 719-720
 arcos de alambre, elección, 720
 prequirúrgica, 716-717
 cuantía, variación, 716
 TCHC, uso (aumento), 202
 tecnología de mejora, 18
- Ortodoncista, odontólogo restaurador (interacción), 248-250
- Ortopedia mandibular funcional, método, 4
- Osificación
 endocondral, 33
 incidencia, 35
 intramembranosa, 35
 consecuencias, 37
- Osteoblastos
 fibroblastos, comparación, 279
 necesidad, 283-285
- Osteogenia de distracción, 46-48, 703-705
 diente anquilosado, movimiento, 291f
 representación esquemática, 50f
 uso, 704f
- Osteoporosis, problema posmenopáusico, 290
- Osteoprotegerina (OPG), incremento, 283
- Osteotomía
 de borde inferior, avance del mentón, 705
 de desdoblamiento sagital, 699
 técnica, 689f
 interdentales anteriores en la línea media, localización, 701f
 parasagitales, uso, 699
- P**
- Paciente(s)
 de clase II
 división 2, reducción en el resalte, 502
 modificación del crecimiento, 557
 tendencia a la recidiva, 609
 cumplimiento, cronología, 476
- límite, 690-695
 consideraciones estéticas/psicosociales, 690-692
 ortodóncicos, evaluación diagnóstica, 251f
- Paciente-padres
 comprensión, 150
 consulta, 258-259
- Padres, niño (nexo), 57
- Paladar
 anterior, estabilidad, 559
 hendido, 269-274, 396-397
 cirugía ortognática, 274
 secuencia de tratamiento, 269b
 labio leporino/paladar hendido bilateral, 121f
 primario, formación, 114
 remodelación, 101
 secundario
 cierre, 118-119
 formación, 114
- Papila(s)
 método de división, 597
 superiores, inflamación, 596f
- Par
 creación, doblez entre brackets (uso), 340-341
 definición, 324
 fuerzas, equivalencia, 325f
 uso, 35-326
- Parachoques, construcción, 437f
- Paradigma, definición, 4
- Parto prematuro (bajo peso al nacer), 67
- Paternalismo, autonomía (contraste), 258
- Patito feo, fase, 89f, 442
- Patología
 dental
 maloclusión, relación, 12
 problemas, 266
 examen radiológico dental (pautas del U.S. Public Health Service), 176f
 oral, tratamiento ortodóncico (agente etiológico), 12
 radiografía cefalométrica, cribado, 186
 sistémica, problemas, 266-267
 vertebral, observación, 186f
- Patrón
 de cara alargada
 deformidad facial, 133
 identificación, 136
 patrón de crecimiento, 237
 rotación mandibular, 102f
 de clase II, crecimiento (continuación), 609f
 respiratorio, 141-144
 condiciones de reposo, 141-142
- Pavlov, Ivan, 51
- Peer Assessment Rating (PAR), puntuaciones, 496
- Péndulo, aparato
 aplicación, 562f
 uso, 561f-562f
- Pequeños para su edad gestacional (PEG), gemelos, curvas de crecimiento, 69f
- Pérdida
 dental prematura (suficiencia de espacio), 429-433
 localizada de espacio, recuperación de espacio, 434-438
- Perfil
 de clase II, susceptibilidad de los dientes al traumatismo, 475f
 convexidad/concavidad, 165f

- Perfil (*cont.*)
 facial
 análisis, 397-399
 objetivos, 162
 postratamiento, simulación generada por ordenador, 240f
 relaciones, 453
- Perforación tisular, necesidad, 384
- Período
 fetal, alteraciones del crecimiento, 122-123
 neonatal, supervivencia, 67
 de operaciones formales, 60, 62-64
 perinatal, alteraciones del crecimiento, 122-123
 preoperatorio, 60-62
 sensorio, 60-61
- Periodontitis agresiva, 157f
- Permeabilidad, campos electromagnéticos (consecuencias), 282
- Perros, experimentos de cría/maloclusiones, 131f
- Peso, aumento (datos), 30f
- Piaget, Jean, 60
- Piel, estiramiento, 242f
- Pierre Robin, anomalía/secuencia, 122-123
 aspecto, 123f
- Piggiback*, alambre flexible, control, 395
- Pin y tubo, aparato, 359
- Placa(s)
 activas, uso, 353
 dividida, aparatos, 348
 epifisaria, 33-35
 células de cartilago, división activa, 35
 exposición, 44f
 osificación endocondral, 34f
 de mordida
 anterior, uso, 410
 posterior, uso, 410
 palatina fijada con agujas, 270f-271f
- Plan de tratamiento
 aportación del paciente, 221
 aspectos, 221
 enfoque orientado al problema, 150
 final, ejemplo, 259c
 incertidumbre, reducción, 239-240
 ortodóncico
 aportación del paciente, 221
 circunstancias especiales, 266-274
 decisiones, interacción con el paciente, 259
 enfoque orientado al problema, 150
 errores, 259
 globalidad, 250-259
 incertidumbre, reducción, 239-240
 puntos de discusión, 258-259
 secuencia, 220
 uso, 240
- Plano(s)
 anteroposterior del espacio, posición mandibular (proporción), 162-163
 frontal, proporciones faciales, 161f
 guía
 extensión, 432
 uso, 230
 horizontales, inspección, 193f
 mandibular, ángulos
 comparación, 144t
 evaluación, 167
 plano/profundo, 214
 visualización clínica, 167f
 oclusal
 funcional, trazado, 194
 inclinación, 168f
 orientación, demostración del plano de Fox, 209f
 rotación, 484-486
 elásticos de clase II/III, 569f
 terminal encajado, 90
 relación, 90f
 de extremo con extremo, 91
 molar, 91
- Plantilla(s)
 análisis, 196-198
 estructuras dentofaciales, relación, 198
 mediciones, series, 198
 por ordenador, uso, 198
 pasos, 197
 anatómicamente completa, 196-197
 esquemática, 196-197
 superposición, 198
- Plástico(s)
 compuestos, 318
 brackets, uso, 330
 elastoméricos, usos ortodóncicos, 323-324
- Pliegues neurales, formación, 116f
- Población(es)
 celulares, orígenes/migraciones/interacciones, 114
 hispana, alineación, 7f
 humanas primitivas, maloclusión, 131
 norteamericana
 irregularidad de los incisivos, 7f
 mordida abierta/mordida profunda, relaciones, 8f
 oclusión, normalidad (porcentaje), 115f
 resalte (clase II), 8f
 inverso (clase III), 8f
 tratamiento ortodóncico, porcentaje, 17f
- Pobres, análisis cefalométrico, 162
- Polisiloxano, registro, 177
- Pont, índice, uso, 226
- Pónico acrílico, uso, 657f-658f
- Porión anatómico, 189
- Posición
 natural de la cabeza (PNC), radiografía cefalométrica, 190
 línea vertical verdadera, 190f
 radicular
 cocientes M_p/M_r , 326-327
 control, 326-327
 contacto en dos puntos, 324-327
 importancia, 327
 distorsión, gravedad, 130
 términos, definición, 324-325
 vertical
 control, 610f
 decisión, 209f
- Posicionadores
 desgaste, consecuencias, 596f
 fabricación, 614
 función de retenedor, 614-615
 problemas del eje de bisagra, signo, 614
 uso, 594-595, 595f
 ventajas, 614
- Postura
 anteroposterior del maxilar inferior, almohadilla/aleta lingual, 498f
 control, 592-593
 mandibular vertical, almohadilla lingual/aleta, 498f
- Potencial de circulación, 281
- Potenciales/permeabilidad de la membrana celular, campos electromagnéticos (consecuencias), 282
- Preadolescentes
 análisis del perfil facial, 397-399
 anomalías del desarrollo, 396-397
 aparato/brackets, uso, 155
 arcada superior, constricción (expansión), 404-405
 casquete, uso, 507
 desarrollo dental, 399-400
 asimétrico, 399
 dientes
 permanentes, ausencia, 400
 primarios anquilosados, 426
 supernumerarios, 400
 erupción
 ectópica, 417-423
 tardía de los incisivos, 424-426
 métodos de expansión palatina, 476
 mordida
 abierta anterior, 413-415
 cruzada anterior no esquelética, tratamiento, 409-411
- problema(s)
 anteroposteriores, 397
 de erupción, 400
 de espacio, 400-402
 esquelético, 398f
 terapéuticos moderados/complejos, 395-403
 verticales, 397
 protrusión dentoalveolar bimaxilar, 398f
 protrusión/retrusión dental, exceso, 399
 síndromes, 396-397
 tratamiento
 en la dentición mixta, aparato fijo parcial (uso), 395
 espectro, presentación, 395
 foco, 395
 precoz
 objetivos, esbozo/compreensión, 395
 uso, 395
 problemas, 395-403
- Preescolares, años
 desarrollo físico, 67-70
 enfermedad crónica, 68
 estado nutricional, 68
 parto prematuro (bajo peso al nacer), 67
- Premolares
 ausencia congénita, 81f
 brackets
 colocación, 629
 prescripción, 373t
 colocación, 630
 deriva distal, 657
 enderezamiento, 589
 espacio, mantenimiento, 434f
 extracción, 613
 alineación, 534-535
 anclaje esquelético, 565-567
 espacio, incisivos superiores (retracción), 232
 hueco, cierre, 334f
 fractura, extrusión, 636f
 fuerzas, representación esquemática, 551f
 inferiores, extracción, 567-568, 693f
 movimiento distal, segundo molar superior izquierdo (extracción), 565f

- permanentes
 molares primarios, diferencia de tamaño, 90f
 prescripción de tubos, 373t
 raíz
 fractura, imanes (uso), 543f
 sección frontal, 301f
 superiores, extracción, 567-568
 efecto, 566f-567f
 retenedor de Hawley, uso, 612f
 torsión de la raíz bucal, 589
 Prepúberes, patrón de cara alargada (identificación), 136
 Prequirúrgica/posquirúrgica, representación del mapa en colores, 203f
 Presentación de un caso, esbozo (ejemplo), 257c
 Pretratamiento ortodóncico
 imágenes
 faciales, 216f
 intraorales, 217f
 radiografías panorámicas/cefalométricas, 218f
 Primates
 espacios, 72-73
 evolución, número de dientes (reducción), 10f
 Primer(os)
 molar(es)
 bandas, arco lingual (inserción), 541f
 distalización, extracción del segundo molar, 563-564
 dobles convergentes bilaterales (uso), 344f
 inferior(es)
 erupción, 84f
 fractura, superficie vestibular, 636f
 hueco de extracción, problemas, 657
 movimiento mesial, 568
 pérdida, radiografía panorámica, 660f-661f
 permanente, restauración (compromiso), 460f
 movimiento
 distal, segundo molar superior izquierdo (extracción), 565f
 posterior, 559f
 permanent
 erupción ectópica, 419f
 inclinación, 419f
 distal, 436f
 movimiento transversal (producción), 343f
 protracción superior, aplazamiento, 482-483
 primarios, extracción, 469f
 separadores elastoméricos, cuñas, 418
 superior(es)
 distalización, imanes (uso), 560f
 erupción ectópica, 418
 extracción, tratamiento (superposición cefalométrica), 568f
 inclinación, inclinación distal, 375f
 izquierdo permanente, desplazamiento lingual, 407f
 permanent, erupción ectópica, 454f
 reabsorción, 419f
 rotación mesiolingual, 234f
 premolares
 erupción
 precoz, 469f
 trasposición, 272f-273f
 extracción, 466
 hueco, 673f-675f
 resorte (colocación), 296
 inferiores
 erupción, 84f
 extracción, 675f
 posición del incisivo lateral, 272f-273f
 retracción, 672f
 superiores, extracción, 564-567
 Primer plano de la sonrisa, perspectiva, 598f-599f
 Primera infancia, años de dentición primaria, 67-73
 Privación materna, síndrome, 57
 Problema(s)
 anteroposteriores
 preadolescentes, 397
 prevalencia, 8
 problemas verticales, combinación, 514-520
 corrección, 714-715
 de clase II, 229-235
 tratamiento, 490-514
 abordajes, 490-497
 cronología, 496
 precoz, beneficios, 496
 de clase III, 235-237
 crecimiento, impacto, 608f
 deficiencia maxilar, impacto, 484
 tratamiento, 480-490
 de crecimiento localizados, diagnóstico, 30
 del desarrollo, problemas patológicos (contraste), 250
 de espacio
 consideración, 47
 cuantificación, 427-429
 preadolescentes, 400-402
 tratamiento, 427-429, 429-443
 esqueléticos, 226-237
 deficiencia transversa del maxilar superior, 226-229
 existencia, discusión del tratamiento, 259
 estéticos gingivales, 652
 ortodóncicos, 5-8
 comprensión, 32-33
 elementos, priorización, 148
 etiología, perspectiva actual, 145
 interacciones, evaluación, 148
 lista, prioridades, 251
 soluciones, consideración, 148
 patológicos
 ejemplo, 251c
 problemas del desarrollo, contraste, 250
 periodontales, 644
 prioritario
 lista, ejemplo, 251c
 soluciones, evaluación, 251f
 verticales, 237
 causa, 162
 esqueléticos, 237
 gravidad, análisis cefalométrico, 214f
 preadolescentes, 397
 problemas anteroposteriores, combinación, 514-520
 corrección, 714-715
 Procedimientos clínicos, evaluación (proporción áurea), 13
 Proceso(s)
 alveolar, ecografía, 295
 diagnóstico, 260f
 faciales, fusión (representación esquemática), 119f
 lógicos, uso, 62
 mentales, 61
 Prognatismo mandibular, 130
 familia Habsburgo, 130f
 tendencias hereditarias, consecuencias, 133
 Programa de predicción, modelo de digitalización lateral (uso), 188f
 PROPEL, desarrollo, 293
 Propiedades elásticas, vigas (efectos), 318-323
 Proporción(es)
 áurea, 172
 esqueléticas, protrusión de los incisivos, 399
 faciales, 158
 estética facial, contraste, 159
 evaluación, 211
 macroestética, 159-167
 oclusión, repercusiones, 3-4
 plano frontal, 161f
 verticales
 reevaluación, 167
 vistas frontal/lateral, 163f
 Prostaglandinas
 fármacos, efectos, 300
 inhibidores, 289-290
 Prostaglandina E (PgE)
 funciones, importancia, 289
 mediación, 283
 Prótesis fijas, pilares, 274
 Protracción del maxilar superior
 aplazamiento, 482-483
 máscara facial de tipo Delaire, uso, 482f
 Protrusión
 bimaxilar, 163-164
 dental, exceso, 399
 dentoalveolar bimaxilar, 163-164
 aspecto facial, 165f
 preadolescentes, 398f
 del maxilar superior, 195f
 presencia, 225-226
 Protrusión/apinamiento de clase I, 570-581
 Protrusión/separación de los dientes de la arcada superior, 452-453
 Proyección mandibular, ausencia, 216f
 Pubertad
 cronología, 93-96
 influencias genéticas/ambientales, 95
 incidencia, 92
 preguntas, 152-154
 Pulpa
 cavidades, tamaño (disminución), 111f
 efectos, 300-301
 Puntos de contacto, rebajado, 637
Q
 Quad hélix, 403f
 diseños, arcos linguales, 477
 fiabilidad, 404, 404-405
 indentaciones, 406f
 longitud de los brazos, variación, 407
 uso, 406f
R
 Radiación, exposición, problema, 13-14
 Radiografía(s)
 de aleta de mordida, diagnóstico, 419f
 cefalométrica(s), 26
 aparición, 159

- Radiografía(s) (*cont.*)
 dispositivo para colocar la cabeza, uso, 27f
 inconvenientes, 26
 lateral, 32f
 obtención, 74
 patología vertebral, observación, 186f
 popularidad, 4
 postratamiento, uso, 263f-264f
 sintética
 comparación, 202f
 radiografía cefalométrica estándar (comparación), 202f
 panorámica
 suplementaria, 176
 utilidad, 176
- Radioterapia, consecuencias, 447-448
- Raíz(ces)
 ápice, equilibrio, 303
 daños, reparación, 301-302
 enterramiento, 451f
 estructura, efectos, 301-303
 forma, distorsión (dilaceración), 129-130
 aspecto, 130f
 movimiento, 451
 lingual, fuerza de torsión, 587
 palatina, torsión, mejora, 263f-264f
 paralelismo, 586-587
 momentos, 570, 587
 superficie, utilidad para el anclaje (relación), 297f
- Rama mandibular
 ausencia, 117f
 crecimiento vertical, 80f
 deficiencia, 117f
 osteogenia de distracción, uso, 704f
 implante, 659f
 localización, 40
 osteotomía, uso, 268
- Rango
 definición, 313-314
 ecuación, 314
 mejora, 323f
- Ranura rectangular, arco de alambre (ajuste), 327f
- Rasgos dentofaciales, características (clasificación), 211c
- Rata (crecimiento), mandíbula, 31f
- Razonamiento lógico, posibilidades, 61
- Reabsorción
 basal, 285
 frontal, contraste, 286f
 frontal, reabsorción por socavación (contraste), 286f
 generalizada
 grave, 302
 etiología, 302
 moderada, 302
 gravedad, 418
 localizada grave, 302-303
 riesgo, 303
 radicular
 grado, porcentaje, 303t
 grave, factores de riesgo, 304t
 susceptibilidad, 302-303
 tratamiento ortodóncico, combinación, 303f
 superficies, ilustración, 38f
- Reborde clave, 234
- Rebote
 control, 592-593
 sobretatamiento, 596
 de tejidos blandos, control, 595-597
- Recaldent, aplicación, 369
- Rechinar de dientes, oclusión (imperfecciones), 12
- Recidiva
 causas, 607f
 dirección, identificación, 607
 a largo plazo, incidencia, 609
 prevención, 595-597
 recidiva
 a largo plazo, incidencia, 609
 relacionada con el crecimiento, superposición cefalométrica, 609f
 tendencia, 609
- Recolocación unilateral, 407-408
- Recuperación de espacio en el maxilar superior, 435
- Referencias
 cefalométricas, definiciones, 187f
 calco cefalométrico lateral, uso, 187f
 mandibulares, dirección de crecimiento (variación), 239f
 del maxilar superior, crecimiento (variación), 239f
 superposición (alternativa), 203
- Refuerzo, 333
 conceptos, 55
 extinción, contraste, 55
 negativo, 53
 castigo, contraste, 53
 condicionamiento operante, 54
 problema, situación, 54
 producción, 333f
 positivo, 53
 condicionamiento operante, 54
 ejemplo, 55f
 refuerzo
 negativo, 53
 positivo, 53
- Registros
 diagnósticos
 análisis, 181-203
 ejemplo, 218c
 necesidad, 176-81
 digitales, aparición, 181
- Regulador funcional, 350
- Rejilla
 contra hábitos cementada, de alambre (uso), 415f
 milimetrada transparente, colocación, 180f
 transformación matemática (Thomson), 30f
- Relación(es)
 céntrica positiva, 158
 de clase II
 mantenimiento, 565
 obtención, 579f-580f
 dentofaciales, análisis cefalométrico, 181
 esqueléticas, cambios, 496
 entre forma y función, 133
 maxilar de clase II, 204
 combinación de casquete de tracción alta y aparato funcional, 520
 molar
 de clase II de cúspide completa, 653f-655f
 de clase III de media cúspide, 678f
 oclusal
 consideración, 7-8
 férula, uso, 645f
 problemas, tratamiento, 403-415
 sobrecorrección, 592
 método de acabado, 608
 verticales
 entre dientes y labios, 241-242
 entre incisivos, corrección, 589-591
- Remineralización natural, uso, 369
- Remodelación, 36
 posterior progresiva, creación de espacio, 40
 reabsorción, ejemplo, 39-40
 superficial
 consecuencias, 96-97
 incidencia, 38
- Reposición protésica
 cierre de espacios, contraste, 652-660
 dientes, creación, 2
- Repulsión, imanes (uso), 560f
- Resalte
 clase II (población norteamericana), 8f
 exceso, 403
 indicios de desviación anteroposterior, 7-8
 inverso, 6f
 de clase III (población norteamericana), 8f
 consecuencias, 237
 indicación de desviación anteroposterior, 7-8
 presencia, 140
 resalte inverso, 6f
 solapamiento horizontal de los incisivos, 6f
- Resiliencia, definición, 314f
- Resinas bis-GMA, uso, 366
- Resistencia
 centro, 627f
 característica lingual, 551f
 al deslizamiento, 328-332
 brackets cerámicos, 371-372
 elasticidad, combinación, 322
 a la fricción, ausencia, 330f
 fricción/fijación, contraste, 328-332
 medición de unidades de tensión, 313
 propiedades, 314
- Resonancia magnética (RM), 27
 uso, 176
- Resorte(s)
 activación, 561f-562f
 anclaje, facilidad (factores), 384
 auxiliares para recolocar las raíces, uso, 326f
 consideración, 312
 digitales, uso, 443f
 ensamblaje, representación esquemática, 354f
 propiedades, bucles de cierre, 570
 de retención, uso, 376f
 de retracción de composite, diseño, 575f
 separadores de acero, uso, 363f
 de torsión auxiliares, uso, 326f
 en voladizo
 aplicaciones, 336-337
 creación, 337f
- Respiración
 bucal
 alcance, cuantificación, 143
 maloclusión, relación, 143
 pruebas clínicas, 143
 nasal, porcentaje (comparación), 144f
- Respiradores nasales, 141
- Respuesta
 dental, representación esquemática, 228f
 esquelética
 ausencia, 502f
 representación esquemática, 228f
 periodontal, 278-280

- Restauraciones, extensión, 362-363
- Retención, 631, 683
- activa, 595
 - adición, ganchos (uso), 500f
 - alineación de incisivos inferiores, 611
 - corrección
 - de clase II, 608-609
 - de clase III, 610
 - de la mordida
 - abierta anterior, 610-611
 - profunda, 610
 - cronología, 611
 - necesidad, 395
 - razones, 606-611
 - a tiempo completo, necesidad, 607
 - uso, 399f
- Retenedor(es)
- acrílico, uso, 479f
 - activos, 616-619
 - aparatos funcionales modificados, relación, 619
 - cementado
 - alternativa, 617f
 - de canino a canino, 615f
 - clip (retenedores envolventes removibles), 613-614
 - clip-on de canino a canino
 - fabricación, pasos, 619f
 - uso, 618
 - envolventes (de clip) de quita y pon, 613-614
 - fabricados al vacío (retenedores transparentes), 614
 - limitaciones, 614
 - fijos, 615-616
 - de canino a canino, 615
 - mantenimiento de espacio, 617f
 - objeciones, 616
 - función, 612-615
 - de Hawley, 612-613
 - lingual cementado, uso, 617f
 - posicionadores, relación, 614-615
 - de quita y pon, elección, 615-616
 - de resorte, 618-619
 - de tipo clip de quita y pon, control, 613f
 - transparentes (fabricados al vacío), 614
- Retracción
- anclaje esquelético, uso, 577
 - en dos tiempos, 574-575
 - fuerza, colocación, 575f
 - máxima
 - aparato de ranura
 - de 18, 576-577
 - de 22, uso, 577
 - de los incisivos (anclaje máximo), 575-577
 - refuerzo
 - arco linguales de estabilización (uso), 576
 - casquete, elásticos intermaxilares (uso), 576
 - mínima de los incisivos, 577-581
 - resortes, anclaje, 332
 - segmentada de caninos, 576-577
- Retroceso mandibular asimétrico, antes/después de la cirugía (representación mediante mapa de colores), 203f
- Retrusión
- dental, exceso, 399
 - mandibular, 693f
- Ricketts, análisis, 194
- Rigidez, ecuación, 314
- Rinoplastia, 705-707
- cirugía ortognática, combinación, 243f
 - foco, 706-707
- Ritmo circadiano, 79
- Robots dobladores de alambres, 381-382
- precisión, 381f
- Rotación, 99-103, 159
- centro, definición, 325
 - externa, 99
 - incidencia, 101
 - incisivos, 637
 - interna, 99
 - incidencia, 101
 - mandibular
 - cambios, terminología, 100t
 - erupción dental, interacción, 102-103
 - estudios con implantes, 99-102
 - patrón de cara alargada, 102f
 - producción, 286-287
- S**
- Sabiduría, objetivo del plan de tratamiento, 150
- Salud
- oral, evaluación clínica, 156-181
 - periodontal, mejoría, 624
- Sassouni
- análisis, 192
 - líneas, indicación, 214f
 - planos horizontales, interrelaciones (examen), 198
- Scammon, curvas, 22f
- antecedentes, 93f
- Schwarz, diseño de la placa de (aparato de quita y pon), 349f
- Schwarz, Martin, 348
- Segmento(s)
- alveolar, distracción, 290
 - anterior, inclinación, 297-298
 - bucal
 - de clase II, 212-213
 - de clase III, 212-213
 - dentoalveolares (recolocación), cirugía (uso), 703f
 - incisivo anterior recto, apiñamiento anterior (combinación), 440f
 - maxilares, recolocación (superposición cefalométrica), 700f-701f
 - posteriores (estabilización), tornillos óseos (uso), 576
- Segundo(s)
- molar(es)
 - deriva mesial, 657
 - embandado/cementado, 545f
 - extracción, 563-564
 - impactado
 - corrección, 544
 - enderezamiento quirúrgico, 544-545
 - inferior(es)
 - derecho primario, anquilosis, 81f
 - erupción precoz, 85
 - impactados, 544-545
 - enderezamiento quirúrgico, 546f
 - imagen radiológica, 544f
 - radiografía, 544f
 - primarios, retención, 454f
 - sin erupcionar, 544-545
 - primarios
 - creación de espacio, remodelación posterior progresiva, 40
- extracción, 454f
 - mantenimiento, 453
 - pérdida, 89-90, 90, 432
 - mantenedor de espacio de zapata distal, indicación, 433f
 - superior
 - izquierdo, extracción (plan de tratamiento), 565f
 - primario
 - anquilosado, erupción (retraso), 81f
 - raíz distal, 419f
 - premolares
 - ausencia, 453-454
 - espacio, ausencia (reducción del tratamiento), 453-454
 - tratamiento, extracción (uso), 454f
 - diagramas de erupción
 - amplificación de Moiré, 79f-80f
 - cable de fibra óptica, uso, 79f-80f
 - extracción, 225
 - inferiores
 - ausencia, cierre de espacios, 578f
 - permanentes ausentes bilaterales, 455f
 - extracción (superposición cefalométrica), 568f
 - erupción, 85f
- Sentinol, uso, 316
- Señales
- endocrinas, representación esquemática, 93f
 - generadas por el estrés, importancia, 281
 - piezoeléctricas, características, 281
- Separación, 363
- anillo elastoméricos (rosquilla), uso, 364f
 - ansiedad, 57
 - métodos, 363
 - resortes de separación de acero, uso, 363f
- Separador(es)
- elastoméricos, 418
 - de resortes de acero, 418
 - tolerancia, 363
- Sertoli, células, consecuencias, 94
- Silla turca (S), línea, 189
- Siloxano de polivinilo (PVS), impresiones, 355
- Simetría
- análisis de modelos, 181-184
 - evaluación, 211
 - facial, mejora, 524f-527f
- Sincondrosis
- esfenoetmoidal, 37
 - esfenooccipital, 37
 - interesfenoideal, 37
 - crecimiento, representación esquemática, 37f
 - representación esquemática, 37f
- Síndrome(s)
- alcohólico fetal (SAF)
 - aspecto facial, 116f
 - facies característica, 115
 - faciales, 703
 - separación del paciente, 396-397
- Sínfisis
- distracción, 703-705
 - mandibular
 - distracción, 705f
 - ensanchamiento, 703
- Sinostosis, 119-112
- Sistema(s)
- de clasificación de cinco características
 - adiciones, 206-210
 - descripción sistemática, cabeceo/alabeo (balanceo)/guiñada (viraje), 206

- Sistema(s) (*cont.*)
 de dos pares, 337-346
 uso del arco lingual, 342-343
 de la FSC «alrededor del diente»,
 procedimiento de las secciones papilares,
 597f
 de fuerzas
 determinados, 336
 sistemas de fuerzas indeterminados,
 contraste, 335-346
 indeterminados, 336
 sistema de fuerzas determinados,
 contraste, 335-346
 porta hipofisario, 92
 masticatorio, alteraciones, 131
 de un solo par, 332-337
- Skinner, B. F., 53
- SmartClip, 376f
- SN
 distancia, aproximación, 197
 línea, planos horizontales (trazado), 192f
- SNA/SNB
 ángulos, uso, 191f
 contraste, 190
- Sobrecorrección, alineadores, 640f
- uso, 664f-665f
- Sobremordida
 anterior, corrección, 252
 clasificación, 402
 definición, 6f
 desviaciones verticales, 8
 exceso, 589-591
 profunda, 441-442
 existencia, 632
 relación, establecimiento, 632
- Sobret ratamiento, 596
- Sonrisa(s)
 análisis, 168
 vistas oblicua/frontal, importancia, 168
- aspecto
 deterioro, 244f
 mejora, 668f-669f
- aspecto facial, 696f-697f
- brackets colocación, 245
- desdentada, 263f-264f
 creación, 652
- dientes, exposición, 108f
- dimensiones transversales, 170, 242-245
- encia superior, exposición (excesiva),
 241-242
- estética, mejora, 244f, 590f
- estructura, mejora, 241-245
- exposición de los incisivos, 107f
 superiores, 106f
- frontales, 686f-688f
- oblicuas, 686f-688f
- y perfil después del tratamiento, ejemplo,
 721f-723f
- prequirúrgica, ejemplo, 721f-723f
- previa al tratamiento, perspectivas,
 603f-604f
- primeros planos, 217f, 262f-263f
- simetría, 245
- social, 168
- torcida, 657f-658f
- variables, 169c
- Soprote periodontal, reducción (efectos), 626
- Spee, curva
 acentuación, 716
- excesiva, 255f
 arcada inferior, nivelación, 548f
- Steiner, análisis, 190-192
 ángulos SNA/SNB, uso, 191f
 incisivo superior, línea NA (relación), 191f
 problemas, 192
- Subdivisión del movimiento deseado, 333-334
- Succión
 comparación, 138f
 de los dedos, efecto (comparación), 413
 hábito, 137-139
 cese, 140
 efectos, 43
 mordida abierta, asociación, 45
- del pulgar
 cese, 414f
 colocación, 138f
 comparación, 138f
 mordida abierta anterior, asociación, 138
 presión negativa, 138-139
 prevalencia, 141f
 prolongación, 440-441
- Sufrimiento
 psicosocial, mecanismo, 70f
 psíquico, 11
- Superelasticidad, 315
 definición, 315f
- Superficie(s)
 linguales, brackets a medida (uso), 375
 vestibulares
 aplanamiento, 247f
 brackets a medida, uso, 375
- Superposición(es)
 cefalométricas
 cambios, visualización, 263f-264f
 trazados, 186f
 uso, 230f
- del maxilar superior, 197
- mandibular, 198
- tridimensionales, vista frontal, 487f
- Surco neural, formación, 116f
- SureSmile, técnica, 381
 recomendación de escaneado intraoral, 381
 resultados, estudio de la Universidad de
 Indiana, 381-382
 sistema, 381f
- Sustancias químicas medioambientales, efectos
 estrogénicos, 68-70
- Sutura(s)
 craneofaciales, uso, 226-227
 mesopalatina
 apertura, 226f, 243-245, 477f
 expansión
 precoz, defensa, 464f
 transversal del maxilar superior,
 537-540
 problemas, 226-227
 técnicas de expansión, 538
 tortuosidad, aumento, 305f
- mesosagital, ausencia, 48f
- T
- Tabique nasal cartilaginoso
 pérdida, casos, 45
 supresión, 45f
- Tanaka y Johnson, valores de predicción, 429c
- TC axial, aplicaciones, 27
- TC^{99m} (isótopo emisor de rayos gamma),
 uso, 30
- TCHC
 de campo completo, obtención, 422
 submentón-vértex *in vivo*, 207f
 tridimensional, análisis, 181
- Técnicas
 de arco de canto, 582
 faciales complementarias, 705-707
 écnicas quirúrgicas, 695-709
- Tejido(s)
 blandos
 crecimiento, 33
 traslación, 38f
 estabilidad, 709
 faciales, 40
 cambios, 40
 adolescencia, 105-108
 contorno de implantes, 707
 crecimiento, 40
 movimiento descendente, 108f
- láser, aplicaciones, 250
- limitación, 224
- matriz, 40
- paradigma, 4-5
 paradigma de Angle, contraste, 5t
- presiones
 importancia, 81
 representación esquemática, 139f
 rebote, control, 595-597
 recuperación, calendario, 607
- diferenciación, 114
- facial, microincisiones (uso), 294f
- fibroso interdental, supresión, 545
- gingivales, reorganización, 606-607
- interacción, 32
- linfoide, proliferación, 73
- periodontales, reorganización, 606-607
- sistemas, crecimiento (curvas de Scammon),
 22f
 submentonianos, contorno, 167f
- Tendencia radicular al retroceso, 578f
- Tensión-deformación, diagrama, 312-313
- Teoría del crecimiento de la matriz funcional,
 46-50
- Teratógenos, consecuencias, 114
- lista, 115t
- Terceros molares
 deriva mesial, 657
 impactación horizontal, presión, 110f
 presión, 108-109
- Tercio inferior de la cara
 altura
 exceso, 519f
 reducción verdadera, 415
 elongación, 126f
- Testosterona, síntesis (aumento), células de
 Sertoli (consecuencias), 94
- Tetraciclina, manchas, 32f
- Texto ortodóncico, ilustración de mentonera,
 237f
- Thompson, D'arcy
 proporciones/cambios por el crecimiento,
 similitudes, 29
 transformación matemática, 30f
- Tiempo muerto (omisión), 54
- Tinción vital, 29-30
 estudios, 29-30
- Tinta india, perfusión, 282f
- Tip-Edge, aparato, cambio, 357-358
- Tipodonte, expansor cementado (uso), 539f

- Titanio
 alternativa al acero inoxidable, 369-370
 bracket
 contacto, efecto, 372
 imagen al microscopio electrónico de barrido, 371f
- TMA, alambres
 nomogramas
 de flexión, 319f
 de torsión, 320f
 resistencia/rigidez/recorrido, 317f
 uso, 317
- Tomografía
 axial computarizada (TAC), 27
 computarizada (TC)
 de haz cónico (TCHC), 27, 150-151
 aparición, 199
 disponibilidad, 200
 dosis de radiación, reducción, 199
 imágenes
 ámbito diagnóstico, 202
 superioridad, 422
 tridimensionales, análisis, 199-203
 indicaciones, 540-541
 uso, 176
 aumento, 202
 superposición, 29f
 uso, 28f
- Topes incisales, extensión, 499f
- Tornillo(s)
 de expansión, aparato
 activación, 227f
 volumen, 290-291
 óseos, 381-382
 colocación, 229
 sencillez, factores, 384-385
 destornillador, formulación, 356
 diámetro, consecuencias, 384
 diseños autoenroscables, 384
 estabilidad, 383-384
 a corto plazo, 383
 factores, 383-384
 primaria, 383
 creación, 383f
 éxito, factores, 383-384
 factores de diseño, 383c
 función de DAT intraorales, 383
 giro, facilidad/dificultad, 384
 longitud, consecuencias, 384
 miniplacas, contraste, 388c
 punta, forma (consecuencias), 384
 punzón tisular, uso (necesidad), 384
 roscas
 paso de rosca, importancia, 383
 superficie, consecuencias, 384
 tipos, 383f
 tornillo óseo alveolar, secuencia de inserción, 385f
 truncocónicos, consecuencias, 384
 uso, 576
 sencillez, 384
 palatinos, uso, 229f
- Torsión, 587-589
 efectiva, 589t
 eficaz, 589t
 expresión, 589
 factores, 588
 fuerzas, 578f
 radicular lingual, 587-589
 de la raíz bucal, 589
 recomendación, 374
- Torticolis, asimetría facial, 126f
- Tracción
 anterior, aplicación, 485f-486f
 consecuencias, 450f
 ortodóncica, 542
- Transformaciones matemáticas
 retícula (Thompson), 30f
 uso, 29, 35-36
- Trasplante
 autotrasplante, 457-458
 uso, 458
- Trasposición, 446-447
- Tratamiento(s)
 con alineadores transparentes (TAT), 350, 353-357, 662-663
 aplicabilidad, 356b
 desarrollo, 626
 registros diagnósticos, 355
 con aparatos funcionales de la clase II, respuesta, 495f
 cambios, evaluación, 202-203
 con clase II
 aparatos funcionales, uso, 477
 crecimiento diferencial, 556-557
 precoz, estudios clínicos aleatorizados, 231-232
 tardío, estudios clínicos aleatorizados, 231-232
 vistas, cambio, 229-231
 limitado, 398f
 intento, 398f
 mecanismos intermaxilares, uso, 398f
 tentativa, 398f
 métodos, alternativas, (desarrollo), 148
 motivación, 59-60
 odontológico, ansiedad (ejemplo), 57f
 orden, 599
 ortodóncico
 agente etiológico, 12
 alineación, 293
 aparato funcional (activador), uso, 231f
 aplazamiento, 260f
 bases, 278
 cambios, evaluación, 202-203
 carga, 293
 cese, ejemplo, 598f-599f
 complejidad, 150
 complementario, 623
 consideraciones
 acerca del plan de tratamiento, 624-626
 biomecánicas, 626
 sobre el diagnóstico, 624-626
 cronología/secuencia, 627
 indicación, 636
 objetivos, 624
 principios, 624-627
 técnicas, 627-637
 tratamiento ortodóncico completo, contraste, 624
 conclusión, 646f-649f
 consideraciones periodontales, 644-652
 consulta con el paciente, 152
 demanda, 14-18
 restricciones económicas, consecuencias, 16-17
 dilema, 449
- disfunción temporomandibular, 642-644
 dolor, relación, 299-300
 duración, reducción, 293
 eficacia, 133-134
 ejecución, 150
 expectativas del paciente, 155-156
 general
 alineación, 531-536
 discusión con un adulto, 623-624
 objetivo, 624
 plan (pasos), 250
 primera
 etapa, objetivos, 530-531
 fase (alineación), 293
 segunda etapa, 556
 tercera etapa, 582
 ejemplo, 583f
 tratamiento ortodóncico
 complementario, comparación, 624
 identificación, 11-12
 métodos
 alternativos, desarrollo, 148
 ventajas/costes, riesgos (análisis), 257
 motivación
 clasificación, 155
 externa, 155
 interna, 155
 movilidad, relación, 299-300
 necesidad, estimaciones epidemiológicas, 14
 objetivo(s), 250-256
 cambio, 2-5
 paradigma de los tejidos blandos, 4-5
 perspectiva, 5t
 primario, 4
 secundario, 4
 odontólogo/plan de especialista
 odontológico, 220-221
 perfil después del tratamiento, simulación generada por ordenador, 240f
 plan(es)
 comprensión del paciente-padres, 150
 conferencia, 255f
 detallado, 259
 plan de tratamiento final, ejemplo, 259c
 porcentaje de población norteamericana, 17f
 posibilidades, 221-240
 evaluación, factores, 252-257
 interacción, ejemplo, 256c
 problemas
 del paciente (solución), proceso de razonamiento, 5
 psicosociales, 11
 propuesta, complejidad, 221
 rareza, 17
 reabsorción radicular, combinación, 303f
 respuestas, 240
 datos, obtención, 14
 resultados, predicción, 239-240
 sistema noruego, 348
 tipo, elección basada en pruebas, 12-14
 tratamiento
 precoz, 2-4
 quirúrgico, combinación, 715-720
 uso, 59
 usuarios, identificación, 14-18
 periodontales, uso, 266
 plan, comprensión por el paciente/los padres, 150

- Tratamiento(s) (*cont.*)
- posibilidades, 221-240
 - prequirúrgico
 - objetivos, 716
 - propuesta, complejidad, 221
 - quirúrgico
 - consideraciones en la planificación, 709-715
 - tratamiento ortodóncico, combinación, 715-720
 - de recuerdo, 413
 - restaurador, 369
 - facilitación, 624
 - resultados, simulación por ordenador, 692-694
 - retención, uso, 399f
- Traumatismo
- facial, 202
 - síndromes/secuelas, 199
 - susceptibilidad, 11
- Trazadores radiactivos, desarrollo, 30
- Trazados cefalométricos, superposición, 29f
- Treacher Collins, síndrome (disostosis mandibulofacial), 396-397
- ejemplo, 117f
- Triaje
- esquema, 403
 - ortodóncico, 395-403
 - fases, 396f-397f, 399f, 401f-402f
- Triángulos negros
- corrección, 245
 - creación, 652
 - ejemplo, 600f
 - resultado, 599
- Tronera(s), 174-175
- éxito, 602f
 - gingival, exceso, 599
 - triángulos negros, 175
- Tubo neural, formación, 114
- Tubos/brackets, prescripción, molares, 374t
- Tweed, Charles, 3-4
- Tweed, método, 576
- U**
- Unidad(es)
- craneofaciales, crecimiento, 49t
 - maxilar, longitud, medición, 193
- Universidad de Boston, tratamiento, 438-439
- U.S. Public Health Service (USPHS)
- directrices, examen radiológico dental, 176t
 - estudios, 5
- Usoequilibrado, 403-404
- V**
- Valores cefalométricos, 191t
- Variabilidad normal, crecimiento, 22
- Vasos sanguíneos
- compresión, aumento (representación esquemática), 284f
 - dilatación, 283f
 - oclusión, 285
- Vendaje adhesivo, aplicación, 396-397
- Verdad, objetivo, 150
- Vértebrales cervicales
- fases de maduración (CVMS), 476
 - radiografía cefalométrica lateral, 75f
- Vía respiratoria, establecimiento, 71
- Vida adulta precoz, alteraciones, 126-128
- Vigas
- diámetro, cambio, 321f
 - longitud, cambio, 322f
 - materiales, propiedades, 312
 - redondas, colocación, 320
 - soportadas, 319-320
 - ilustración, 313f
 - en voladizo, 319
 - ilustración, 313f
- Vista
- frontal, proporción facial vertical, 163f
 - lateral, proporción facial vertical, 163f
- W**
- Wildsmiles, brackets moldeados, 378
- Wits, análisis, 193-194
- concepción, 193-194
 - Harvold, análisis, contraste, 194
- Z**
- Zapata distal
- aplicación, 432
 - mantenedores de espacio, 432
 - indicación, 433f
- Zonas isquémicas (hialinizadas), desarrollo, 300
- fuentes de dolor, 300

Instrucciones para el acceso en línea

Gracias por su compra. Este libro electrónico de Elsevier incluye el acceso a contenido *online* complementario. Por favor, haga [click aquí](#) (o vaya a ebooks.elsevier.com) para solicitar un código de activación y siga las instrucciones de registro para acceder al contenido *online*.